

Tuuli-Maaria Pesonen

RIMMINKANKAAN EKOKYLÄ

RIMMINKANKAAN EKOKYLÄ

Tuuli-Maaria Pesonen
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma

Tekijä(t): Tuuli-Maaria Pesonen
Opinnäytetyön nimi: Rimminkankaan ekokylä
Työn englanninkielinen nimi: Rimminkangas Ecovillage
Työn ohjaaja(t): Anu Montin
Työn valmistuslukuksi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 60 + 10 liitettä

Hiilineutraali rakentaminen tarkoittaa sitä, että rakennus tuottaa vain sen verran päästöjä kuin se kykenee sitomaan rakenteisiinsa. Rakentamisesta ja rakennuksen käytöstä syntyviä hiilidioksidipäästöjä tulisi vähentää merkittävästi, jos Suomen ilmastopoliittiset tavoitteet pyritään saavuttamaan vuoteen 2035 mennessä. Opinnäytetyön tavoitteena oli syventyä tarkastelemaan vanhojen rakennusosien, kuten perustusten, hyödyntämistä uudelleen- ja uusiokäytössä sekä pohtia sen vaikutusta hiilijalanjälkeen. Lisäksi työn pyrkimyksenä oli kuvata ekologisen asumisen ja asuinalueen ominaisuuksia sekä suunnitella asuinalue suunnitelma Pudasjärven Rimminkankaalle.

Opinnäytetyössä perehdyttiin rakennusmateriaalin uudelleenkäyttöön rakennusjätteen ja hyödyntämisen ja materiaali- ja energiahyödyntämisen näkökulmista. Lisäksi tutkittiin rakennuksen perustusten hyödyntämistä yleisellä tasolla ja Rimminkankaan tapauksessa. Ekologisia ominaisuuksia tarkasteltiin esimerkiksi omavaraisuuden, yhteisöllisyyden ja energiatehokkuuden näkökulmista. Rimminkankaan asuinalueen suunnittelussa hyödynnettiin työn tutkimustietoa.

Materiaalihyödyntämisen arvioinnin tuloksena selvisi, että betoniperustuksen uudelleenkäytöllä voi olla positiivinen ilmastovaikutus. Rimminkankaan entisen asuntolarakennuksen perustusten kantavuus todettiin riittäväksi laskemalla betonirunkoisen opetusrakennuksen omapainon aiheuttama kuorma ja vertaamalla sitä vastaavan kokoisen puurakennuksen omapainon aiheuttamaan kuormaan. Arvioinnin lopuksi todettiin, että perustusten uudelleenkäyttö vain osittain olisi Rimminkankaan tapauksessa potentiaalisin ratkaisu.

Työtä rajoittavia tekijöitä olivat osittain puutteellinen materiaalihyödyntämisen tutkimusaineisto ja vähäiset käytännön kokemukset. Rimminkankaan rakennuspiirustusten avulla syntyi näkemys alueen laajuudesta ja rakennusten koosta, mutta esimerkiksi perustuksista saatavat tiedot olivat vähäisiä.

Hiililaskennan tavoitteena oli todistaa, että perustusten uudelleenkäytöllä on vaikutusta uudisrakennuksen aiheuttamiin hiilidioksidipäästöihin. Laskenta kohdistui Rimminkankaalle suunnitellun asuinalueen erillistaloon, jonka hiilijalanjäljestä laskettiin neljä erilaista tapausta. Laskentatapausten vertailun lopputuloksena todettiin, että perustuksen hyödyntäminen uudisrakennuksessa pienentää hiilijalanjälkeä 4 % silloin, kun perustus ei vaadi korjaustoimenpiteitä.

Asiasanat: rakennusmateriaalin hyödyntäminen, rakennusosien uudelleenkäyttö, rakennuksen hiilijalanjälki, Rimminkangas, asuinalue suunnitelma

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Architecture

Author(s): Tuuli-Maaria Pesonen
Title of thesis: Rimminkangas Ecovillage
Supervisor(s): Anu Montin
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021
Number of pages: 60 + 10 appendices

Carbon-neutral construction means that the building produces only as much emissions as it can bind to its structures. Carbon dioxide emissions from construction and the use of the building should be significantly reduced if Finland's climate policy targets are to be achieved by 2035. The aim of the thesis was to delve deeper into the reuse and recycling of old building elements such as foundations, and to consider its impact on the carbon footprint. In addition, the work dealt with the features of an ecological residential area and housing, and as a result, a residential area plan for Rimminkangas in Pudasjärvi was created.

The basis of the work was compiled of existing research data, which formed an understanding of low-carbon construction and the potential for the reuse of the foundations of the building. The part of the factors limiting the work were the lack of research data in reuse of materials and limited practical experience. The construction drawings of Rimminkangas gave an idea of the extent of the area and the size of the buildings, but the information from the foundations was limited.

As a result of the material recovery assessment, it was found that the reuse of the foundations of Rimminkangas has a positive climate impact. The load capacity of the foundations was also found to be sufficient. At the end of the evaluation, it was concluded that the partial reuse of foundations is the most potential solution in the case of Rimminkangas.

The carbon calculation focused on the examination of one separate house in the residential area of Rimminkangas. The results of the calculation were used to assess the impact of the reuse of foundations on carbon dioxide emissions from the building.

Keywords: carbon footprint, reuse of construction materials, residential area plan, recycling

ALKULAUSE

Opinnäytetyön tarkoituksena on kerätä tietoa rakennusmateriaalin hyödyntämisestä uudelleen- ja uusiokäytössä, pohtia Rimminkankaan perustusten säilytyspotentiaalia sekä herättää ajatuksia rakennusalan aiheuttamasta jätemäärästä. Materiaalien ja käyttötavaran hyvä saatavuus sekä suomalaisten kohtuullinen ostovoima ovat johtaneet tilanteeseen, jossa hyväkuntoisiakin tuotteita päätyy jätelaitokselle. Ilmastonmuutoksen myötä yhteiskunnan kulutusta on ryhdytty tarkastelemaan uudelleen, ja esimerkiksi kierrätys ja itsetekeminen ovat nousseet trendikkääksi ilmiöksi kuluttajien keskuudessa.

Työn tarkoituksena on myös tutkia vähähiilistä rakentamista ja ekologista asumista sekä pohtia positiivisen ilmasto vaikutuksen keinoja. Omavaraisuus ja yhteisöllisyys ovat jo ottaneet jalansijaa uudisrakentamisessa, mutta myös omien asumistottumuksien uudistuksella voidaan vaikuttaa rakennuksen hiilidioksidipäästöihin.

Opinnäytetyön idea syntyi yhteistyössä Pudasjärven kaupungin teknisen johtajan Janne Karhun ja opinnäytetyöohjaajani Anu Montinin kanssa. Heitä haluankin kiittää ideoinnista ja ohjauksesta. Rimminkankaan koulu on minulle läheinen ympäristö peruskoulu- ja lukioajoilta, joten oli mielenkiintoista kohdistaa projekti juuri tuolle alueelle.

Haluaisin kiittää henkilöitä, jotka ovat pohtineet opinnäytetyön aihetta kanssani ja tuoneet näkemyksiään esille. Keskustelu on ollut avartavaa ja mielenkiintoista. Lisäksi haluaisin kiittää erityisesti luokkakavereita, jotka ovat kulkeneet mukana näiden opiskeluvuosien aikana ja joiden tuki on ollut ainutlaatuista.

Oulussa 19.4.2021, Tuuli-Maaria Pesonen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS.....	6
SANASTO.....	8
1 JOHDANTO	9
2 RIMMINKANKAAN ASUINALUESUUNNITELMAN TAUSTA	10
2.1 Pudasjärvellä rakennetaan hirrestä	10
2.2 Rimminkankaan purettavat rakennukset	10
3 RAKENNUSMATERIAALIN HYÖDYNTÄMINEN JA RAKENNUSALAN ILMASTOTAVOITTEET	13
3.1 Ilmastonmuutoksen hillitseminen	13
3.2 Rakennusjätteen hyödyntäminen.....	15
3.3 Materiaali- ja energiahyödyntäminen.....	16
3.4 Rakennuksen perustusten hyödyntäminen	18
3.5 Rakennuksen perustusten hyödyntämisen arviointi Rimminkankaalla	20
3.5.1 Rimminkankaan rakennusten laajuus.....	21
3.5.2 Asuntolarakennuksen perustusten kantavuus.....	22
3.5.3 Asuntolarakennuksen rakennetekniset ongelmat	22
3.5.4 Asuntolarakennuksen perustusten korjausmenetelmät	25
4 EKOLOGISEN ASUINALUEEN OMINAISUUDET	26
4.1 Omavaraisuus ja kierrättäminen	26
4.2 Yhteisöllisyys ja liikenne	27
4.3 Elinkaari ja purettavuus	27
4.4 Alueellinen ilmastovaikuttaminen.....	28
4.5 Rimminkankaan asuinaluesuunnitelma	29
5 EKOLOGISEN ASUNNON OMINAISUUDET	36
5.1 Ekologiset rakennusmateriaalivalinnat	36
5.2 Rakennuksen energiatehokkuus.....	38
5.2.1 Rakennuksen ulkovaippa	38
5.2.2 Laitteet ja kalusteet.....	38

5.3	Rakennuksen lämmöntuotanto	39
5.4	Rakennuksen toiminnallisuus ja tilatehokkuus	40
5.5	Rimminkankaan asuntotyyppimallit.....	41
5.5.1	Tyyppimalli 1 – rivitalo	41
5.5.2	Tyyppimalli 2 – erillistalo.....	43
6	ERILLISTALON HIILIJALANJÄLKI	46
6.1	Erillistalon energiankulutus.....	46
6.2	Laskentaprosessi.....	48
6.3	Hiililaskennan tulokset.....	50
7	YHTEENVETO	54
	LÄHTEET.....	56
	LIITTEET	60

SANASTO

Hiilidioksidiekvivalentti (CO ₂ ekv)	Hiilidioksidiekvivalentti on yksikkö, jonka avulla ilmaistaan kasvihuonepäästöjen yhteenlaskettua ilmastoa lämmittävää vaikutusta.
Hiilijalanjälki	Hiilijalanjälki kuvaa tuotteen, palvelun tai toiminnan aikana aiheutuneita kasvihuonekaasupäästöjä.
Hiilikädenjälki	Hiilikädenjälki kuvaa tuotteen, esimerkiksi rakennuksen tai sen osan aikaansaaman positiivisen ilmastovaikutuksen.
Hiilinegatiivinen	Termi tarkoittaa tilannetta, jossa hiilidioksidia sitoutuu rakenteeseen enemmän kuin vapautuu ilmakehään. Tapahtuu siis positiivinen ilmastovaikutus, hiilikädenjälki.
Hiilineutraali	Termi tarkoittaa tilannetta, jossa hiilidioksidipäästöt ja poistot ovat yhtä suuret, eli esimerkiksi rakennus aiheuttaa kasvihuonekaasuja vain sen verran kuin se pystyy sitomaan rakenteisiinsa.
Hiilinielu	Hiilinielu varastoi hiilidioksidia enemmän itseensä kuin vapauttaa ilmakehään. Yhteyttämisprosessin aikana kasvit sitovat ilmasta hiilidioksidia ja varastoivat sen runkoonsa. Metsät ovat tehokkaimpia hiilinieluja.
Hiilipiikki	Hiilipiikki on puhekielinen termi, joka kuvaa rakennuksen elinkaaren alkuvaiheessa aiheuttamia merkittäviä hiilidioksidipäästöjä.

1 JOHDANTO

Sanna Marinin hallitusohjelman (2019) ilmastopolitiikan pyrkimyksenä on, että Suomi on hiilineutraali maa vuoteen 2035 mennessä ja ensimmäinen hyvinvointiyhteiskunta, jonka energiantuotanto ei sisällä fossiilisia energialähteitä. Hallituksen ohjelma pyrkii nopeuttamaan ympäristöministeriön vuonna 2017 laaditun rakentamisen tiekartan toteutumista, sillä sen avulla vähennetään rakentamisen ja erityisesti materiaalien hiilijalanjälkeä sekä edistetään Suomen ilmastotavoitteita. Tavoitteena on, että rakennusten tuottamaa hiilijalanjälkeä pystyttäisiin ohjaamaan lainsäädännöllä 2020-luvun puoliväliin mennessä. (Ympäristöministeriö 2019.)

Opinnäytetyön tavoitteena on arvioida CO₂-päästöjen vähentämisen mahdollisuuksia rakentamisen näkökulmasta. Tarkoituksena on syventyä vanhojen rakennusosien hyödyntämiseen ja tutkia sen vaikutusta ympäristöön. Ekologisuutta käsitellään pohtimalla asuinalueen ja yksittäisen asunnon ominaisuuksia, kuten yhteisöllisyyttä, omavaraisuutta ja energiantuotantoa.

Työn aluksi perehdytään materiaali- ja energiahyödyntämiseen sekä rakentamisesta syntyvään jätemäärään. Rimminkankaan perustusten uudelleenkäyttöä tutkitaan positiivisen ilmastovaikutuksen, rakenteen kantavuuden, laajuuden ja riskirakenteiden osalta. Ekologisen asuinalueen ja asunnon piirteiden pohdinnan lopputuloksena suunnitellaan kokonainen asuinalue Pudasjärven Rimminkankaalle sekä lasketaan yhden tyyppimalliasunnon hiilijalanjälki. Perustuksen hyödyntämisen todellista vaikutusta rakennuksen hiilijalanjälkeen tutkitaan hiililaskennan avulla.

Työn tilaajana on toiminut Pudasjärven kaupunki. Rimminkangas on Pudasjärvellä sijaitseva alue, jossa on toiminut alun perin keski- ja kansakoulu ja myöhemmin yläaste ja lukio. Koulu on suljettu vuonna 2016, kun Pudasjärvelle valmistui uusi koulurakennus Hirsikampus. Sen jälkeen Pudasjärvelle on rakennettu useita hirsirakenteisia kohteita, ja hirsi toimii julkisten rakennusten päämateriaalina myös tulevaisuudessa. (Pudasjärven kaupunki.)

2 RIMMINKANKAAN ASUINALUESUUNNITELMAN TAUSTA

Rimminkankaan asuinaluesuunnitelman lähtökohtana ovat paikallinen hirsirakentamisen kulttuuri, asuinalueen olemassa olevasta rakennuskanta sekä Suomen ilmastolliset tavoitteet. Luvussa 2.1 on kerrottu taustatietoja Pudasjärven kaupungista ja sen hirsirakentamisesta. Luvussa 2.2 on esitetty Rimminkankaan alueen olemassa olevat rakennukset, jotka on suunniteltu purettavaksi.

2.1 Pudasjärvellä rakennetaan hirrestä

Pudasjärvi on arviolta 8 200 asukkaan kaupunki Pohjois-Pohjanmaalla, Lapin rajalla, ja sen kokonaispinta-ala on noin 5 800 km². Pudasjärven symboleina toimivat Syötteen kansallispuisto, lijoki sekä hirsirakentaminen. Hirsi on Pudasjärvellä tuttu rakennusmateriaali, sillä kaupungissa sijaitsee maailman suurin hirsirakennusten valmistaja Kontiotuote Oy. Julkisissa rakennuksissa pitkään jatkuneet sisäilmaongelmat ovat ohjanneet kaupunkia entistä enemmän kohti hirsirakentamista. (Huusko 2018; Pudasjärven kaupunki.)

Puu on materiaalina erityisen ympäristöystävällinen, sillä sen hiilijalanjälki on vain 70 g CO₂e/kg ja se varastoi hiiltä 1 600 g CO₂e/kg. Parhaassa tapauksessa rakennuksen rungon hiilivarasto on jopa suurempi kuin rakennuksen käytöstä aiheutuva hiilijalanjälki. Yleensä rakentamisvaiheessa syntyvän hiilijalanjäljen suuruus on puukerrostalolla noin 30...50 % pienempi kuin samankokoisella betonikerrostalolla. (RT 103170 2020.)

Kaupunginhallituksessa vuonna 2015 tehdyn päätöksen mukaan kaikki julkiset rakennukset tulee rakentaa tulevaisuudessa ensisijaisesti hirrestä. Tämän jälkeen paikkakunnalle on rakennettu useita hirsirakennuksia, kuten Lumiareena, Hirsikartano, Pikku-Paavalin päiväkotiki ja Hirsikampus. (Pudasjärven kaupunki.)

2.2 Rimminkankaan purettavat rakennukset

Pudasjärven Rimminkankaalla osoitteessa Rimmintie 15 sijaitsevat huonokuntoiset entisen yläasteen ja lukion rakennukset, entinen asuntolarakennus, lämpövoimala sekä Rimpelän asuinrakennukset ja saunarakennus, jotka on suunniteltu purettaviksi. Rakennukset 1 ja 2

sisältävät luokkatiloja sekä opettajienhuoneen. Rakennuksessa 3 ovat teknisen työn tilat, musiikkiluokka, kuvaamataidon luokka sekä kotitalouden luokat. Rakennus 4 koostuu ruokalasta, laitoskeittiöstä, toimistosta, juhlasalista, pukuhuoneista sekä yhdestä luokkahuoneesta. Rakennus 5 on entinen tyttöjen asuntolarakennus. (Kuva 1.)



KUVA 1. Rimminkankaan purettavien rakennusten sijainti (liite 1)

Taulukossa 1 on esitetty Rimminkankaan rakennusten pinta-ala tiedot:

TAULUKKO 1. Rimminkankaan purettavat rakennukset

	Huoneistoala m ²	Kerroslukumäärä
Rakennus 1	1 700	2
Rakennus 2	1 700	2
Rakennus 3	1 520	1
Rakennus 4	1 540	1
Rakennus 5	1 810	2 + kellari
Rimpelän asunnot	1 240	2 + kellari
Rimpelän sauna/ulkorakennus	220	1
Lämpökeskus	610	1 + kellari

Kuvaan 2 on koottu maaliskuussa vuonna 2021 otettuja, valokuvia Rimminkankaan purettavista rakennuksista.



KUVA 2. Rimminkankaan purettavat rakennukset valokuvina ja lueteltuina vasemmalta oikealle: ensimmäisellä rivillä opetusrakennus 1 (kaksi kuvaa) ja asuntolarakennus 5 (kaksi kuvaa); toisella rivillä opetusrakennus 2, opetusrakennus 3, varastohalli ja Rimpelän asuntola; kolmannella rivillä rakennus 4 (kaksi kuvaa) ja lämpölaite (kaksi kuvaa)

3 RAKENNUSMATERIAALIN HYÖDYNTÄMINEN JA RAKENNUSALAN ILMASTOTAVOITTEET

Luvussa 3 on tutkittu rakennusmateriaalin hyödyntämisen vaikutusta rakentamiseen ja rakentamisen hiilidioksidipäästöihin. Luvussa 3.1 on yleisesti käsitelty Suomen ilmastotavoitteiden tavoittelun merkitystä rakennusalan osalta, ja luvuissa 3.2 ja 3.3 on syvennetty rakennusjätteen hyödyntämisen ja materiaali- ja energiahyödyntämisen keinoihin. Luvussa 3.4 on pohdittu rakennusten perustusten hyödyntämisen vaikutusta ilmastoon, ja luvussa 3.5 on yksityiskohtaisesti arvioitu perustusten hyödyntämistä Rimminkankaan rakennuskohteessa.

3.1 Ilmastonmuutoksen hillitseminen

Suomen hiilijalanjälkitavoite edellyttää päästövähennyksiä kaikilla sektoreilla, joista yksi vaikuttava tekijä on rakennusala. Muita tekijöitä ovat esimerkiksi sähkön- ja lämmöntuotanto, kiertotalous ja ilmastoystävällinen ruokapolitiikka, jotka myös linkittyvät rakennusalaan ja asumiseen. Kuluttaja voi omilla asumis- ja kulutustottumuksillaan vaikuttaa siihen, miten vähähiilinen asuinrakennus on. (Ympäristöministeriö 2019; Ympäristöministeriö 2017.)

Ympäristöministeriön pyrkimyksenä on ohjata rakennuksen elinkaaren kasvihuonepäästöjä lainsäädännöllä vuodesta 2025 lähtien. Rakennusalaan koskevien ilmastotavoitteiden edistämiseksi on laadittu ”Vähähiilisen rakentamisen tiekartta” vähentämään erityisesti rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeä. Materiaalipäästöjen osuus koko rakennuksen elinkaaren päästöistä on merkittävä, ja pääosa niistä syntyy tuotteen valmistusvaiheessa. Hiilineutraalius tarkoittaa, että rakennus tuottaa päästöjä vain sen verran kuin se pystyy sitomaan rakenteisiinsa, eli ilmakehän hiilipitoisuus ei muutu. (Ympäristöministeriö 2019; Ympäristöministeriö 2017.)

Maailmanlaajuisesti suurin ihmisen aiheuttama hiilidioksidipäästöjen aiheuttaja on sähkön ja lämmöntuotanto, jonka osuus on 24 % kaikista maailman hiilidioksidipäästöistä. Maankäytön muutosten osuus eli esimerkiksi metsien raivaus muuhun käyttöön on 18 %, maatalouden osuus on 14 %, ja liikenteen osuus 14 %. Suomessa suurin ihmisen aiheuttama hiilidioksidipäästö syntyy rakennusten käytöstä, joka sisältää lämmityksen, sähkön ja lämpimän käyttöveden. Käytön osuus aiheuttaa kaikista päästöistä 32 %, teollisuus 30 %, liikenne 19 %, rakentaminen kuusi % ja muut

13 %. Liike-, palvelu- ja julkiset rakennukset ovat rakennustyypeistä eniten saastuttavia. (RT 103170 2020.)

Ilmastonmuutoksen hillitseminen edellyttää yhteistyötä eri suunnittelu -ja ammattialojen välillä. Toimivan yhdyskuntarakenteen toteuttamisessa on huomioitava niin liikenne kuin rakentaminen, mutta myös ekologisuus ja palvelut. Yksittäisen rakennuksen muodolla ja suuntauksella sekä koko korttelin rakenteella on vaikutusta aurinkoenergian ja -suojausten hyödyntämisen mahdollisuuksiin sekä pienilmaston ominaisuuksiin. (RT 103170 2020.)

Ympäristöministeriö on laatinut työkalun rakennuksen vähähiilisyden arviointia varten, ja työkalun ensimmäinen versio siirtyi rakennushankkeiden kokeiltavaksi vuonna 2019. Arviointimenetelmä sisältää koko rakennuksen elinkaaren rakennusmateriaalien valmistuksesta kuljetuksiin, rakentamiseen, käyttöön ja korjauksiin sekä purkamiseen ja kierrätykseen. (Ympäristöministeriö 2019; Ympäristöministeriö 2017.) Rakennuksen elinkaaren jaksot on havainnollistettu kuvassa 3.



KUVA 3. Rakennuksen elinkaari (Ympäristöministeriö 2017)

Rakentamisvaihe aiheuttaa usein niin sanotun hiilipiikin eli ilmakehään vapautuu runsaasti hiilidioksidia lyhyessä ajassa. Tämän takia voi kestää vuosikymmeniä ennen kuin uusi energiatehokas rakennus alittaa korjatun rakennuksen kertyneet päästöt. Tämän seurauksena voidaan todeta, että rakennusten käyttöään jatkaminen on usein vähähiilisempi ratkaisu ja että olemassa olevien rakennusten käyttötarkoituksen vaihtamista tulee tarkastella ensimmäisenä vaihtoehtona. (RT 103170 2020.)

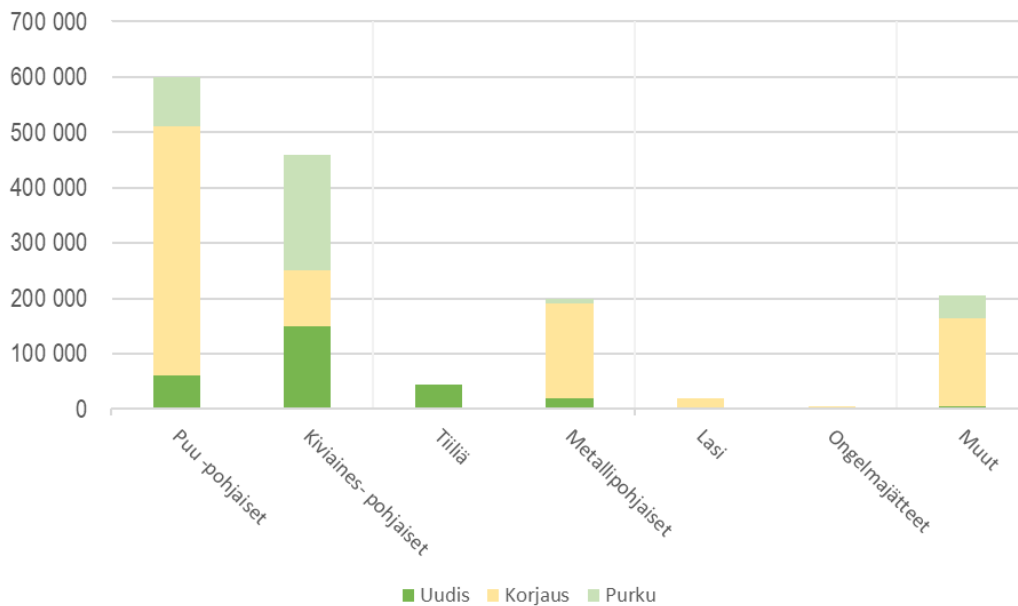
3.2 Rakennusjätteen hyödyntäminen

Suomen valtion kokonaisjättemäärä oli vuonna 2010 noin 94 000 000 tn, josta rakentamisen jätteiden osuus oli 26 % eli noin 25 000 000 tn. Talonrakentamisessa syntyvän jätteen osuus on melkein 2 % eli noin 2 000 000 tn kun taas noin 94 % koostuu erilaisista maa-aineksista. (Ruuska, Häkkinen, Vares, Korhonen & Myllymaa 2013.)

Talonrakentamisesta syntyvän kahden miljoonan tonnin jättemäärästä hyödynnetään arviolta noin 80 % yhteenlaskettuna energia- ja materiaalihyödynnykset sekä kaatopaikan rakenteisiin käytettävä aines. Loput 20 % joutuu kaatopaikalle käsittelemättömänä, mikä tarkoittaa noin 420 000 tn kuormaa. Jätelaissa on asetettu rakennusjätteelle tavoitteeksi 70 % materiaalihyödynnys, mikä tarkoittaa sitä, että rakennusmateriaalin uudelleenkäyttöä tulee kasvattaa merkittävästi. Esimerkiksi metallijätettä voidaan hyödyntää materiaalina romuteräksen valmistuksessa. (Ruuska ym. 2013.)

Tänä päivänä rakennussuunnittelun perustana on usein vaivaton ja tehokas rakennettavuus, mutta tulevaisuudessa arkkitehti- ja rakennesuunnittelijoiden tulee osata arvioida entistä enemmän myös rakennuksen purettavuutta ja hyödynnettävyyttä uusissa käyttötarkoituksissa. Oikeanlaisella suunnittelulla voidaan edistää materiaalin päätymistä uudelleenkäyttöön ja vähentää jätteen syntymistä. Ympäristöystävällisintä on aina pyrkiä käyttämään olemassa olevaa rakennusta sellaisenaan. (Talja 2012.)

Kuvasta 4 voi huomata, että korjaus- ja purkuhankejätteen osuus talonrakentamisjätteestä on merkittävä. Korjausjätteen määrä on kuvattu keltaisella ja purkujätteen määrä vaalean vihreällä.



KUVA 4. Talonrakentamisen jätteiden jakautuminen uudis-, korjaus- ja purkuhankkeille (Kojo & Lilja 2011)

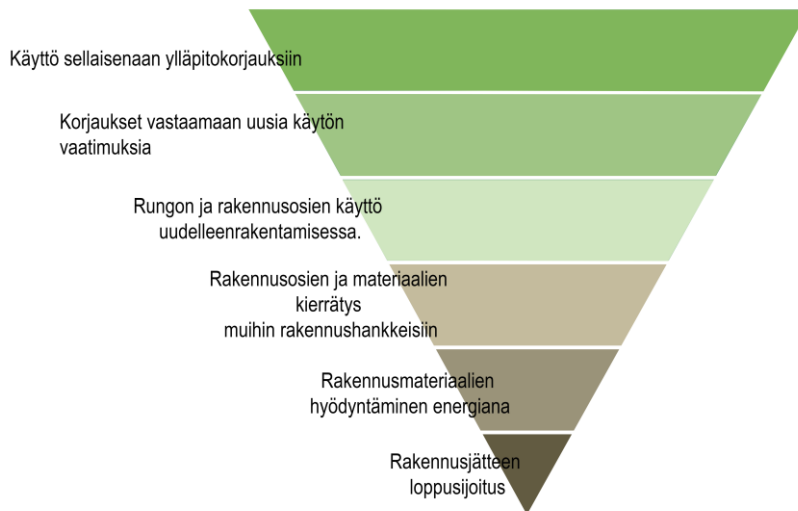
3.3 Materiaali- ja energiahyödyntäminen

Materiaalin hyödyntäminen tarkoittaa sitä, että jätteeksi ajautuva tuote palautetaan kulutuksen ja tuotannon pariin. Rakennuksen materiaalihyötykäyttöön sisältyvät uudelleenkäyttö ja kierrätys. Uudelleenkäyttö tarkoittaa, että materiaali tai jokin sen osa käytetään uudelleen sellaisenaan, kuten esimerkiksi kuormalavan uudelleenkäyttö. Kierrätys tarkoittaa jätteiden käsittelyä, jolloin ne palautetaan alkuperäiseen tehtäväänsä tai muuhun tarkoitukseen kuten kompostoriin, joka muuntaa jätteen maanparannusaineiksi. Betonimursketta voidaan hyödyntää maarakentamisessa, minkä avulla vältytään soran hankinnalta. (Ruuska ym. 2013.)

Uusiokäyttö on energiahyödyntämistä eli jätteen energiasisällöllä korvataan fossiilisia polttoaineita lämmön- ja sähköntuotannossa, esimerkiksi polttamalla puupohjaista jätettä (Kojo & Lilja 2011). Kierrätyksen ensimmäinen päämäärä on purettavien osien uudelleenkäyttö ja toisarvoinen tavoite materiaalin uusiokäyttö. Purkuosien uudelleenkäytön ensimmäisenä tavoitteena on käyttää tuote uudelleen samassa kohteessa tai tarkoituksessa, ja toisarvoisena tavoitteena on käyttää se jossain muussa tarkoituksessa. (Talja 2012.)

Rakennusmateriaalien hiilijalanjälki pitää sisällään niiden koko tuotantoprosessin. Koko rakennuksen hiilipiikin voi minimoida käyttämällä ympäristöystävällisiä materiaaleja sekä hyödyntämällä jo olemassa olevia osia tai uusiomateriaaleja. Esimerkiksi vanhan betonirungon

hyödyntäminen vähentää rakentamisvaiheessa syntyvää hiilijalanjälkeä, koska uuden rakennusmateriaalin tarve pienenee. (RT 103170 2020.) Kuvassa 5 on havainnoinut rakennuksen aiheuttamaa hiilijalanjälkeä. Pyramidin värit ja muoto korreloivat rakentamisessa syntyvän jätemäärän kanssa eli mitä vähemmän jätettä syntyy, sitä positiivisempi on rakennuksen aiheuttama ilmastovaikutus.



KUVA 5. Mitä ylempänä pyramidissa ollaan, sitä pienempi on rakennuksen tuottama hiilijalanjälki (RT 103170 2020)

Taulukon 2 tulokset perustuvat vuonna 2015 tehtyyn kyselytutkimukseen, johon on osallistunut yhteensä 11 rakennus- ja kierrätysalan asiantuntijaa. Tutkimuksessa arvioitiin kolmen eri rakennusmateriaalin uudelleenkäytön mahdollisuuksia, ja vastausten perusteella laskettiin keskiarvo jokaiselle materiaaliosalle. Vuoden 2020 prosentuaaliset tulokset edustavat hyötykäyttöpotentiaalia, joka on saavutettavissa nykyisen teknologian avulla. Vuoden 2050 tulokset ovat näkemys tulevaisuudesta, jolloin teknologia on kehittynyt merkittävästi ja kierrätyspotentiaali on kasvanut. (Huuha & Hakanen 2015.)

Tutkimuksen tulosta on käsiteltävä osittain kriittisesti, sillä se kertoo uudelleenkäytön mahdollisuuksista vain kyselyyn osallistuneiden asiantuntijoiden näkökulmasta. Betoni- ja teräspalkeilla sekä betoni- ja teräspilareilla on tällä hetkellä suurin uudelleenkäyttöpotentiaali, ja puukomponenttien potentiaali on huonoin. Puun mahdollisuuksien arvioidaan kuitenkin kasvavan merkittävästi tulevaisuudessa. (Huuha & Hakanen 2015.)

TAULUKKO 2. Materiaalien todennäköinen ja suositeltava prosentuaalinen uudelleenkäyttö vuosina 2020 ja 2050 (Huuhka & Hakanen 2015)

Materiaali rakenneosa	Todennäköisesti v. 2020 %	Suosittelava vuonna 2020 %	Todennäköisesti vuonna 2050 %	Suosittelava vuonna 2050 %
Betoni				
palkit	7	15	15	25
pilarit	7	12,5	12,5	20
laatat	5	12,5	12,5	25
sandwich paneelit	5	10	10	20
Teräs				
palkit	7	22,5	20	55
pilarit	7	20	20	50
laatat	5	15	20	35
sandwich paneelit	5	17,5	15	35
Puu				
palkit	5	20	20	55
pilarit	5	20	20	55
laatat	5	10	10	40
CLT laatat ja paneelit	5	12,5	20	55

Vuoden korkein arvo

Vuoden alhaisin arvo

Tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella betonipalkkien ja -pilareiden uudelleenkäytön suurin este näyttää olevan se, että vakiintunutta käytäntöä ei vielä ole. Vaikka betonin tekniset edellytykset uudelleenhyödyntämiseen ovat hyvät, pilarien ja palkkien kunto saattaa olla huono. Muita esille tulleita esteitä ovat esimerkiksi kysynnän ja tarjonnan puuttuminen, tiedon vähäisyys sekä suunnittelun haastavuus. Kukaan tutkimukseen osallistuneista ei listannut mahdollisia lisäkustannuksia merkittävimmäksi esteeksi materiaalien uudelleenkäytölle, vaikka toiset tutkimukset niin osoittavat. (Huuhka & Hakanen 2015.)

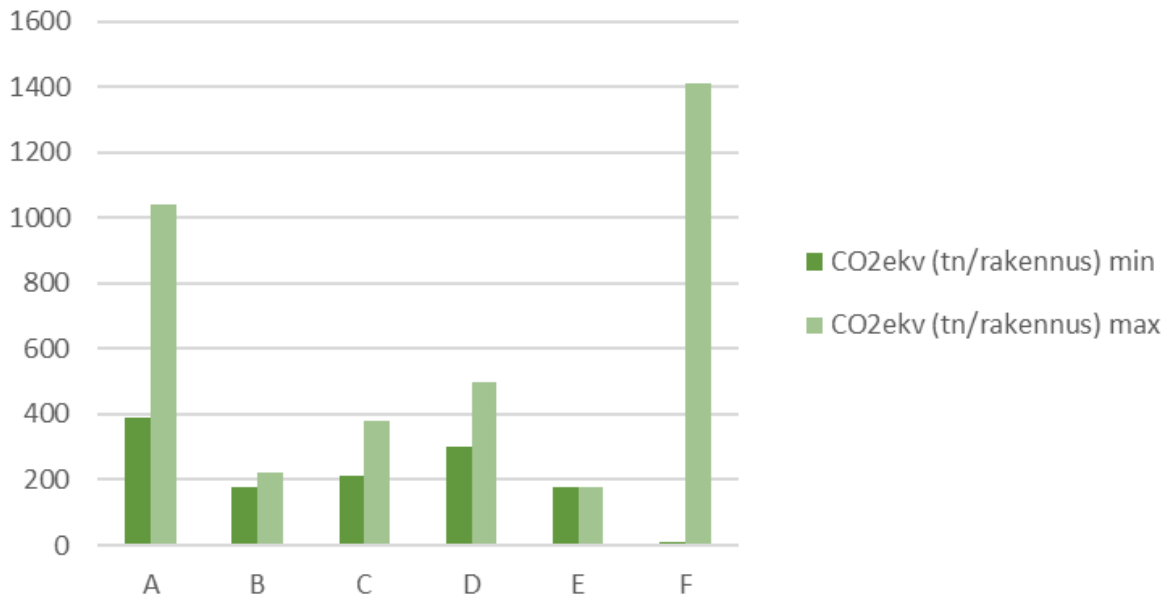
3.4 Rakennuksen perustusten hyödyntäminen

Rakennusosia ovat esimerkiksi seinät, ovet, ikkunat, portaat, palkit, laatat ja perustukset. Lisäksi rakennusosat voidaan erotella kantaviin ja ei-kantaviin osiin, joista kantavia ovat esimerkiksi palkit, pilarit ja perustukset, ja ei-kantavia ovat esimerkiksi ikkunat, ovet ja kevyet väliseinät. Tämän hetken potentiaalisimpia uudelleenkäyttömateriaaleja ovat betoni ja teräs, joita käytetään usein esimerkiksi laatoissa, palkeissa ja pilareissa. (Huuhka & Hakanen 2015.)

Huolellinen suunnittelu, riittävä rakennusalan kokemus ja hyväkuntoinen perustus luovat lähtökohdan vanhan rakennuksen perustusten hyödyntämiselle. Jos rakennuksen nykyisen perustuksen päälle rakentaminen osoittautuu mahdolliseksi, rakentamisesta aiheutuvat kasvihuonepäästöt vähenevät. Perustusten purku aiheuttaa suuren määrän betoni- ja maainesjätettä, joiden kuljetus ja kierrättäminen on kallista, ja polttoaineen- ja energiankulutus on suurta. (Baker 2020.)

Suotuisassa tilanteessa rakennuskomponenttien uudelleenkäyttö vähentää rakentamisen kuluja betonin, maarakennuksen ja kuljetusten sekä purkutyön osalta. Pitkään käytössä ollut perustus voi vaatia korjauksia tai maanpinnan muokkauksia, mutta siitä huolimatta uudelleenkäyttö todennäköisesti mahdollistaa rakennuksen valmistumisen lyhyemmässä ajassa, koska yksi projektiin haastavista työvaiheista on jo valmis. Rakenteen säilyttäminen luo rajoja uuden rakennuksen suunnittelulle, mutta tilanne voi rohkaista suunnittelijaa innovatiiviseen ratkaisuun. (Baker 2020.)

Kuvassa 6 on esitetty kuusikerroksisen esimerkkiasuinkerrostalon kasvihuonekaasupäästöjen enimmäis- ja vähimmäisarviot osa-alueittain. Tulokset antavat käsityksen esimerkiksi perustusten, rungon, parvekkeiden, hormien sekä portaiden osuudesta rakentamisen hiilidioksidipäästöihin. Näiden komponenttien hiilidioksidipäästöjen minimiarvoksi on laskettu vajaa 400 000 tn CO₂e per rakennus ja maksimiarvoksi hieman yli 1 000 000 tn CO₂e per rakennus. Puukerrostaloprojektissakin suurimman osan hiilijalanjäljestä aiheuttavat betonirakenteiset perustukset. (RT 103170 2020; Ruuska ym. 2013.)



KUVA 6. Esimerkkirakennuksen kasvihuonepäästöjen minimi- ja maksimiarvot osa-alueittain (Ruuska ym. 2013)

Kuvan 6 palkit on merkitty seuraavasti:

- A: Perustaminen, runko, parvekkeet, hormit, portaat
- B: Ei-kantavat väliseinät, ikkunat, ovet, lasitukset, kalusteet, varusteet, pintamateriaalit, normaali talotekniikka
- C: Korjausmateriaalit, 50 vuotta
- D: Talotekniikan lisä tapauksessa, jossa hyödynnetään aurinkolämpöä, aurinkosähköä ja tehdään asuntokohtainen jäähdytys
- E: Rakentaminen, korjausrakentaminen, purkaminen
- F: Tontin rakentaminen.

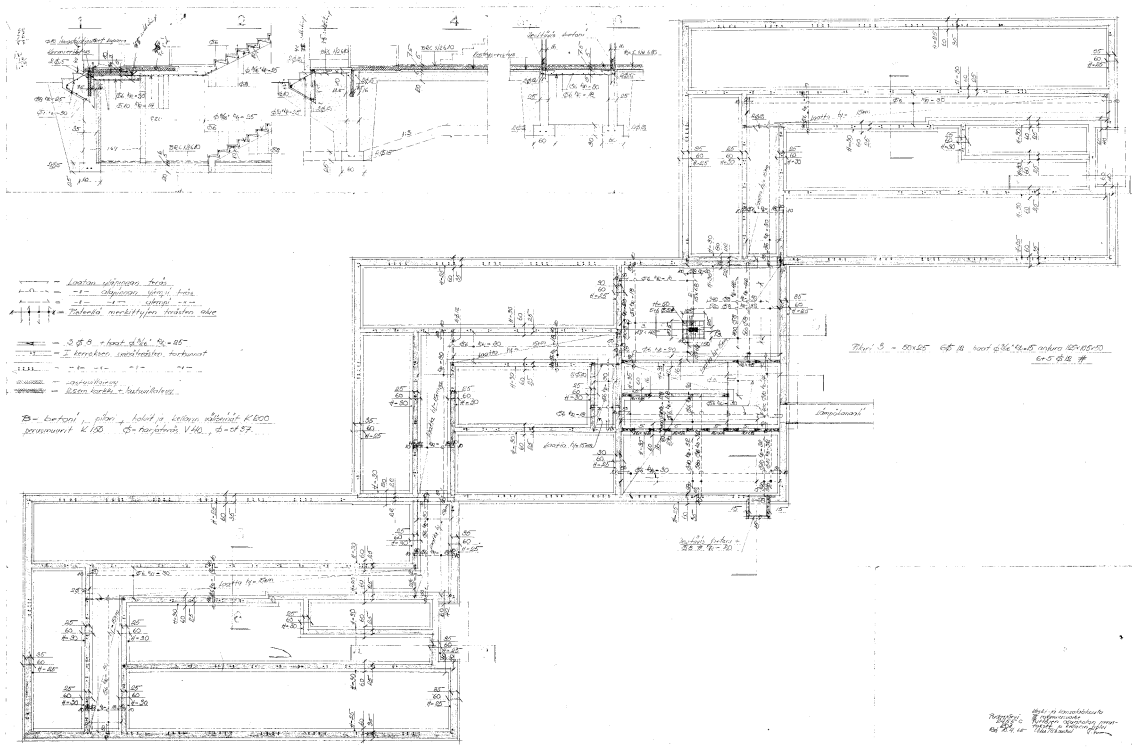
3.5 Rakennuksen perustusten hyödyntämisen arviointi Rimminkankaalla

Rimminkankaan asuinaluesuunnittelun yhtenä tavoitteena on ollut pyrkiä hyödyntämään rakennusten olemassa olevia perustuksia ja vähentää rakentamisen synnyttämää materiaali- ja energiänsiinä tapauksessa, jos sillä todetaan olevan vaikutusta rakennuksen aiheuttamiin hiilidioksidipäästöihin. Perustusten uudelleenkäytön potentiaalia työssä on arvioitu tutkimalla rakenteiden kantavuutta, laajuutta ja rakenneteknisiä ongelmia. Arviointi on erityisesti kohdistunut entisen tyttöjen asuntolarakennuksen rakenteisiin.

3.5.1 Rimminkankaan rakennusten laajuus

Rimminkankaan entiset koulu- ja asuntolarakennukset ovat pinta-alaltaan isoja, ja erityisesti rakennukset 1 - 4 muuttuvat laajuudeltaan haasteellisiksi pohdittaessa uusien rakennusten käyttötarkoitusta. Esimerkiksi rakennuksen 1 pituus on noin 43 m ja leveys 20 m. Perustusten uudelleen käytön arvioinnissa tulee ottaa huomioon nykyisen rakennusrungon koko, ja pohtia sitä, palvelevatko perustukset sellaisenaan uutta käyttötarkoitusta ja pienempää rakennusmassaa vai kannattaisiko rakennusmateriaalia pyrkiä hyödyntämään muulla tavalla. Toinen vaihtoehto on hyödyntää perustuksista se osa, joka palvelee uudisrakennusta parhaiten, ja purkaa loput, jolloin rakennussuunnittelu ei ole yhtä rajattua.

Materiaalihyödyntämisen arviointi on kohdistettu Rimminkankaan entisen asuntolarakennuksen perustuksiin, koska se on ainoa kohde, josta on ollut saatavilla perustuspiirustuksia. Asuntolarakennuksen perustusten sijaintia voidaan tarkastella kuvasta 7.



KUVA 7. Tyttöjen asuntolan perustuspiirustus

3.5.2 Asuntolarakennuksen perustusten kantavuus

Rimminkankaan olemassa olevat rakennukset ovat betonirakenteisia, joten voidaan epäillä, että nykyiset perustukset kantavat myös laajuudeltaan vastaavan puurakenteisen rakennuksen. Perustusten kantavuutta voidaan arvioida selvittämällä nykyisen rakennuksen kuorman suuruus ja vertaamalla sitä puurakenteisen rakennuksen kuormaan. Suomalaisen puun tiheys on arviolta 300 – 700 kg/m³ riippuen puulajikkeesta. Tarkastelun kohteeksi otettiin kaksikerroksinen Rimminkankaan entinen asuntolarakennus ”Rakennus 5”, ja laskutoimituksessa käytettiin männyn tiheysarvoa 550 kg/m³. (Liite 2.)

Rakennuksen omapainon laskemiseen käytettiin kaavaa 1 (liite 2).

$$G = \rho * V$$

KAAVA 1

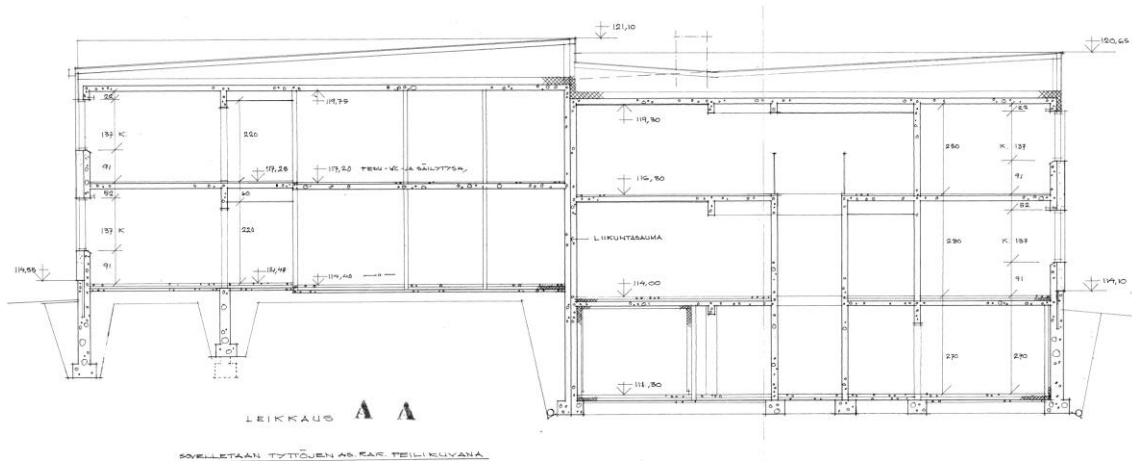
V = tilavuus

ρ = tiheys

Betonirakennuksen omapainoksi laskettiin noin 134 000 000 kN, ja vastaavan kokoisen puurakennuksen omapainoksi laskettiin noin 31 000 000 kN. Tuloksista voidaan päätellä, että puurakennuksen omapaino on noin 23 % betonirakennuksen omapainosta eli kantavuus on riittävä. (Liite 2.)

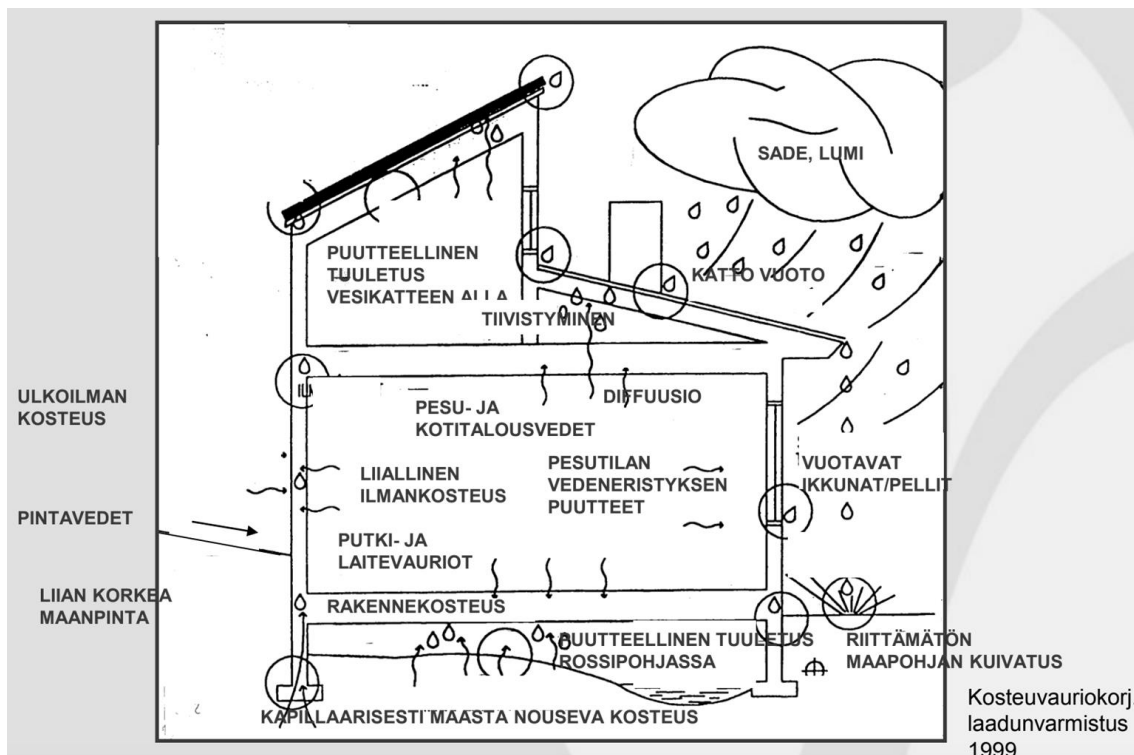
3.5.3 Asuntolarakennuksen rakennetekniset ongelmat

Kuvan 8 avulla voidaan tarkastella Rimminkankaan asuntolarakennuksessa olevia riskirakenteita, jotka aiheuttavat esimerkiksi kosteus- ja sisäilmaongelmia tai sisältävät haitallisia aineita ja joiden seurauksena kohteessa tulee suorittaa asbesti- ja haitta-ainekartoitus. Esimerkiksi alapohjissa ja kellariosan välipohjassa on Toja-eristelevy, joka on valmistettu sementistä ja puulastuista ja on kastuessaan mikrobeille suotuisa kasvualusta. Toja-levyn on virheellisesti ajateltu kestävän kosteutta, ja sitä on siksi käytetty lämmöneristeenä useissa 60-luvun kohteissa esimerkiksi alapohjissa ja ulkoseinissä. Kellarin alapohjassa on betoni-Toja-betoni-rakenne, johon syntyy helposti mikrobivaurioita maaperästä nousevan kosteuden seurauksena. Kyseessä on riskirakenne, joka aiheuttaa kiistatta sisäilmaongelmia.



KUVA 8. Tyttöjen asuntolan rakennusleikkaus

Betonirakenteiden säilyttämistä pohtiessa on syytä myös tarkistaa betonin karbonatisoitumisen tilanne ja tutkia raudoitukset. Tavanomaisten betonirakenteiden käyttöiäksi suunnitellaan yleensä 50 vuotta, ja tarkastelukohteen rakenteet ovat jo yli 50 vuotta vanhoja. Kuvassa 9 on havainnollistettu rakennuksen kosteuden lähteet.



KUVA 9. Kosteuden lähteet (Riippa 2011)

Rakennusten yhtymäkohdissa oleva liikuntasauva on käytännössä mahdoton korjata, ja se voi olla rakenteena erittäin riskialtis. On syytä epäillä, että betoniseiniä välissä on esimerkiksi

puukuituinen kovalevy estämässä seinien liimautumista yhteen, keräten kosteutta ja kasvattaen mikrobeja. Liikuntasaumassa oleva ilma vuotaa sisäilmaan helposti seinän läpivientien kautta, joita on haastavaa tiivistää niin hyvin, että rakenne olisi täysin riskitön. Betoniseinien välissä olevaa kovalevyä ei voida poistaa, ja ilmavuodon seurauksena huoneen sisäilman laatu heikkenee. (Kuva 8.) (Riippa 2011; Heikkinen 2017; Weijo, Lahdensivu, Turunen, Ahola, Sistonen, Vornanen-Winqvist & Annila 2019.)

Toinen korjauksellisesti haastava kohta on kellarillisen ja kellarittoman rakennusosan liitos. Kellarin sokkelin viereinen salaojaputki on sijainniltaan niin haastavassa paikassa, että sitä on käytännössä mahdoton päästä uusimaan ilman viereisen lattian purkamista. Salaojaputkien käyttöikä on noin 45–50 vuotta, mikä tarkoittaa sitä, että kohteen putkistot ovat tulleet käyttöikänsä loppuun. (Kuva 8.) (Weijo ym. 2019.)

Asuntolarakennuksen sokkeli on rakenteeltaan niin sanottu halkaistu sokkeli, eli sokkelin sisässä on eristettä, joka tässä tapauksessa on korkin ja Toja-levyn yhdistelmä. Rakenne on ongelmallinen, sillä sokkelin sisään kertyy kosteutta, joka ei pääse kuivumaan, ja eristemateriaali vaurioituu. Halkaistu sokkeli voidaan korjata purkamalla ulkopinnan betoni ja Toja-levy kokonaan pois, jättäen jäljelle vain sisätilan puoleisen betonirakenteen (kuva 10). Ennen mittavaa korjausta on kuitenkin tärkeää varmistaa sokkelin rakenne, kunto ja vauriot suorittamalla perusteellinen kuntotutkimus. Toinen vaihtoehto on tehdä sokkeliin kapeita ja korkeita aukkoja niin, että niiden väliin jää tarpeeksi betonia kannattelemaan ulkoseinää. Sen jälkeen vanha Toja-eriste kaavitaan pois kokonaan. (Riippa 2011; Heikkinen 2017; Weijo ym. 2019.)

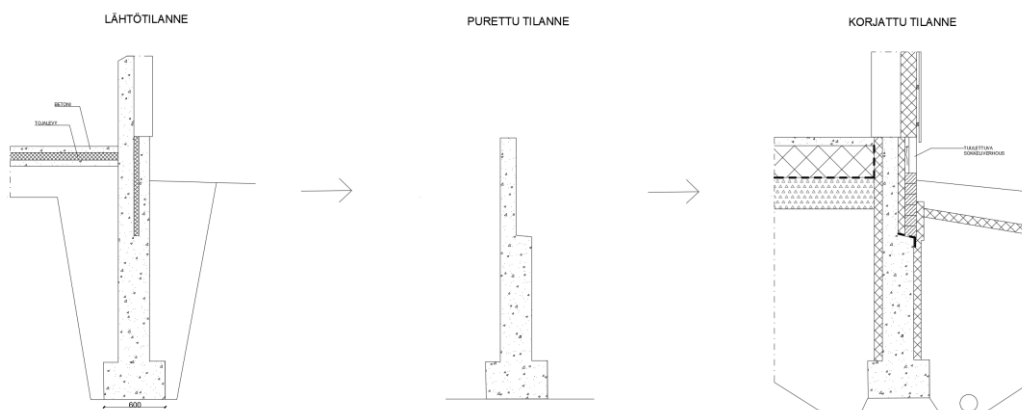


KUVA 10. Halkaistun sokkelin korjausmenetelmä (Heikkinen 2017)

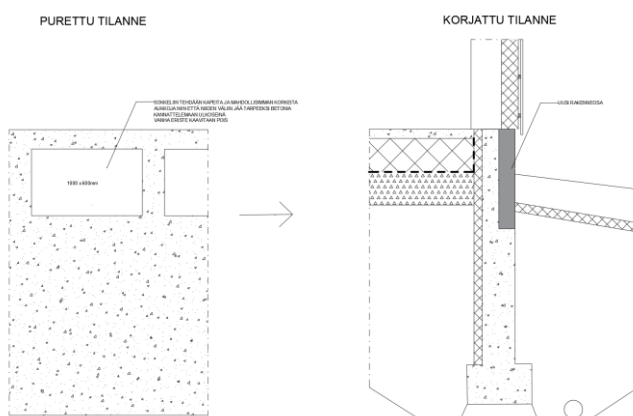
Rakenteiden osalta on pohdittava lisäksi niiden CE-merkintöjä (Conformité Européenne), jotka ovat nykyisin pakollisia kaikille rakennusmateriaaleille. Merkintä osoittaa, että valmistajan mukaan materiaali täyttää EU:n direktiivien asettamat vaatimukset ja tuote on käynyt läpi mahdolliset tarkistukset. Olemassa olevan rakennuskannan osalta materiaalien CE-merkintä on toistaiseksi kysymysmerkki. Materiaalihyödyntäminen on edelleen harvinaista laaja-alaisissa rakennusprojekteissa, kuten julkisen rakentamisen kohteissa, eikä sovitun käytäntöä ole. (RT 14-11103 2013.)

3.5.4 Asuntolarakennuksen perustusten korjausmenetelmät

Kuvissa 11 ja 12 on esitetty kaksi erilaista halkaistun sokkelin korjausmenetelmää, joita voitaisiin hyödyntää Rimminkankaan asuntolarakennuksen perustuksen korjauksessa. (Riippa 2011; Heikkinen 2017; Weiho ym. 2019.) Korjausmenetelmien vaikutus perustuksen hiilijalanjälkeen on arvioitu luvussa 6.



KUVA 11. Korjausmenetelmä 1 (liite 6)



KUVA 12. Korjausmenetelmä 2 (liite 6)

4 EKOLOGISEN ASUINALUEEN OMINAISUUDET

Ekologinen asuinalue tarkoittaa sitä, että alueen suunnittelussa on huomioitu tavallista enemmän ympäristöllisiä vaikutuksia. Ekologisuus voi näkyä esimerkiksi energia- ja ruoantuoton omavaraisuutena, jätehuoltoratkaisuissa ja liikennejärjestelyissä. Rakennuksissa käytetään paljon ympäristöystävällisiä materiaaleja, kuten puuta tai kierrätysmateriaaleja, ja rakennuksen purettavuus huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa. Rakennuksen käytönaikaisen energiankulutuksen osuus on kasvihuonepäästöjen suhteen merkittävä ja sitä on käsitelty tarkemmin luvussa 5.

Runsas kasvillisuuden avulla yritetään sitoa hiilidioksidia, tukea ihmisten luontoyhteyttä ja viilentää sisätiloja sääolosuhteiden kuumentuessa. Ekologisen asuinalueen arvoihin kuuluu mahdollisesti myös yhteisöllisyyden ja lainaamisen kulttuuri, jonka avulla pyritään vähentämään turhan materiaalin kulutusta ja lisäämään paikallista toimintaa. Asuinalueen ominaisuuksien tarkastelulla on pyritty pohtimaan ekologisuuden ja hiilijalanjäljen yhteyttä ja sitä, miten ominaisuuksia voidaan toteuttaa.

4.1 Omavaraisuus ja kierrättäminen

Omavarainen tarkoittaa omilla ja itse valmistetuilla tuotteillaan toimeentuloa ja riippumattomuutta muusta taloudesta. Rakennusten ja asumisen kohdalla omavaraisuus voi tarkoittaa esimerkiksi aurinkoenergian tuotantoa, kasvimaan viljelyä tai kanojen ja lampaiden kasvatusta. Omavaraisella ruoantuotannolla edistetään ruoka- ja liikennepäästöjen vähenemistä ja vaikutetaan omiin asumiskustannuksiin. (RT 103170 2020; Kuittinen & le Roux 2017.)

Kierrätyksen tulee olla asukkaalle mahdollisimman helppoa ja mielekästä, jotta siitä saatava hyöty toteutuu. Kierrätystä voidaan sujuvoittaa esimerkiksi sijoittamalla keräysastioita sopivan lähelle asuinrakennuksia. Kasvimaan viljelystä voidaan tehdä entistä ekologisempaa, kun kastelu toteutetaan tontin sadevedenkerääjistä saadulla vedellä.

Kompostoitumisessa biojäte hajoaa ravinteiksi ja muuttuu lopulta kompostointimullaksi. Kompostori tulee sijoittaa, rakentaa ja huoltaa siten, ettei sen toiminnasta seuraa haittaa tai riskejä asukkaalle

tai ympäristölle. Laite voi sijaita jätehuoneessa, -aitauksessa tai -katoksessa, mutta jos kompostori sijaitsee pihalla, se täytyy sijoittaa tarpeeksi kauas asuinrakennuksista. Prosessissa syntyvää kompostorimultaa voidaan hyödyntää asuinalueen kasvimaan hoidossa. Kompostointi myös vähentää jätekuljetuksista aiheutuvia kustannuksia. (RT 69-11190 2015.)

4.2 Yhteisöllisyys ja liikenne

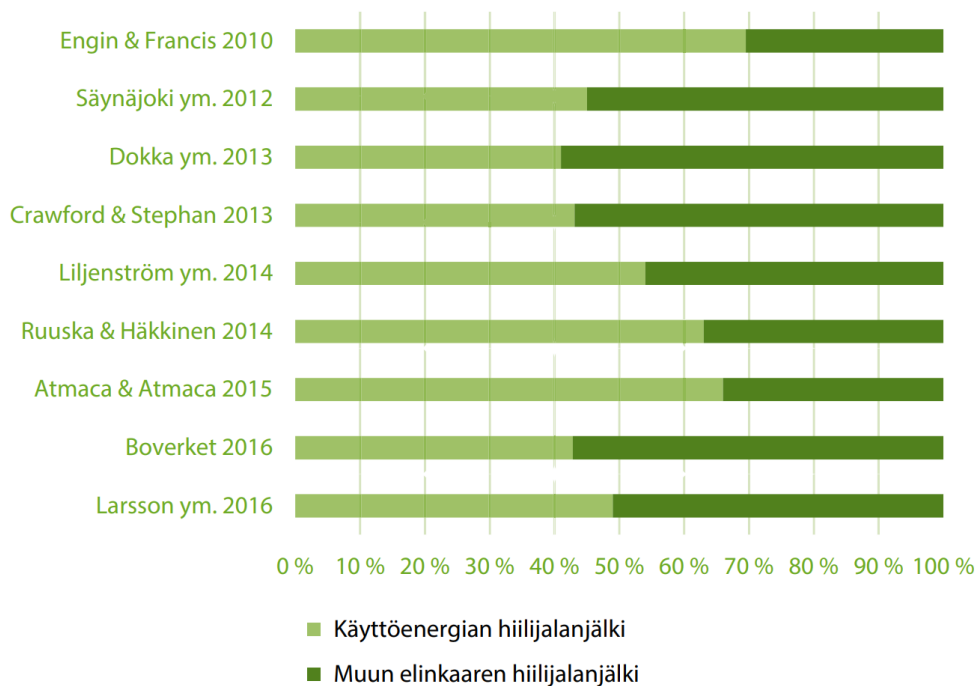
Liikenteen ekologisuuteen voidaan vaikuttaa lisäämällä vähäpäästöisten kulkuneuvojen käyttöä sekä kiertävien palveluiden tarjontaa kuten kauppa- ja terveystalveluja. Matkustusta voidaan vähentää vielä tehokkaammin kehittämällä paikallisia, erityisesti asuinalueiden lähellä sijaitsevia, harrastus- ja virkistysmahdollisuuksia. (RT 103170 2020.)

Asuminen on yksi osa ilmastonmuutoksen hillintää, ja sen suunnitteluun tulee varautua tulevaisuudessa entistä enemmän. Asukkaiden yhteisöllisyyttä voidaan edistää siten, että asuinalueella on esimerkiksi tavaravaihtopiste, korjausverstaas tai lainaus- ja vuokraustoimintaa. Muita yhteisiä tiloja voivat olla esimerkiksi kuntosali, vierashuone, sauna tai harrastetila. (RT 103170 2020.)

4.3 Elinkaari ja purettavuus

Elinkaari tarkoittaa rakennuksen olemassaoloa alusta loppuun (kuva 1 sivulla 14). Suuri osa rakennuksen elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä koostuu asumisen aikaisesta energiankulutuksesta, johon vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin luvussa 6.

Hiilijalanjäljen jakautuminen käyttöenergian ja muun elinkaaren aiheuttamiin päästöihin on ollut tutkimuksen kohteena useissa kansainvälisissä tutkimuksissa. Kuvan 13 tulokset osoittavat, että rakennustuotteiden valmistuksesta, kuljetuksista, rakentamisesta, korjauksista ja purkamisesta aiheutuvat päästöt voivat olla jopa merkittävät 70% koko rakennuksen elinkaaren aiheuttamasta hiilijalanjäljestä. (Kuittinen & le Roux 2017.)



KUVA 13. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen jakautuminen kansainvälisissä tutkimuksissa (Kuittinen & le Roux 2017)

4.4 Alueellinen ilmastovaikuttaminen

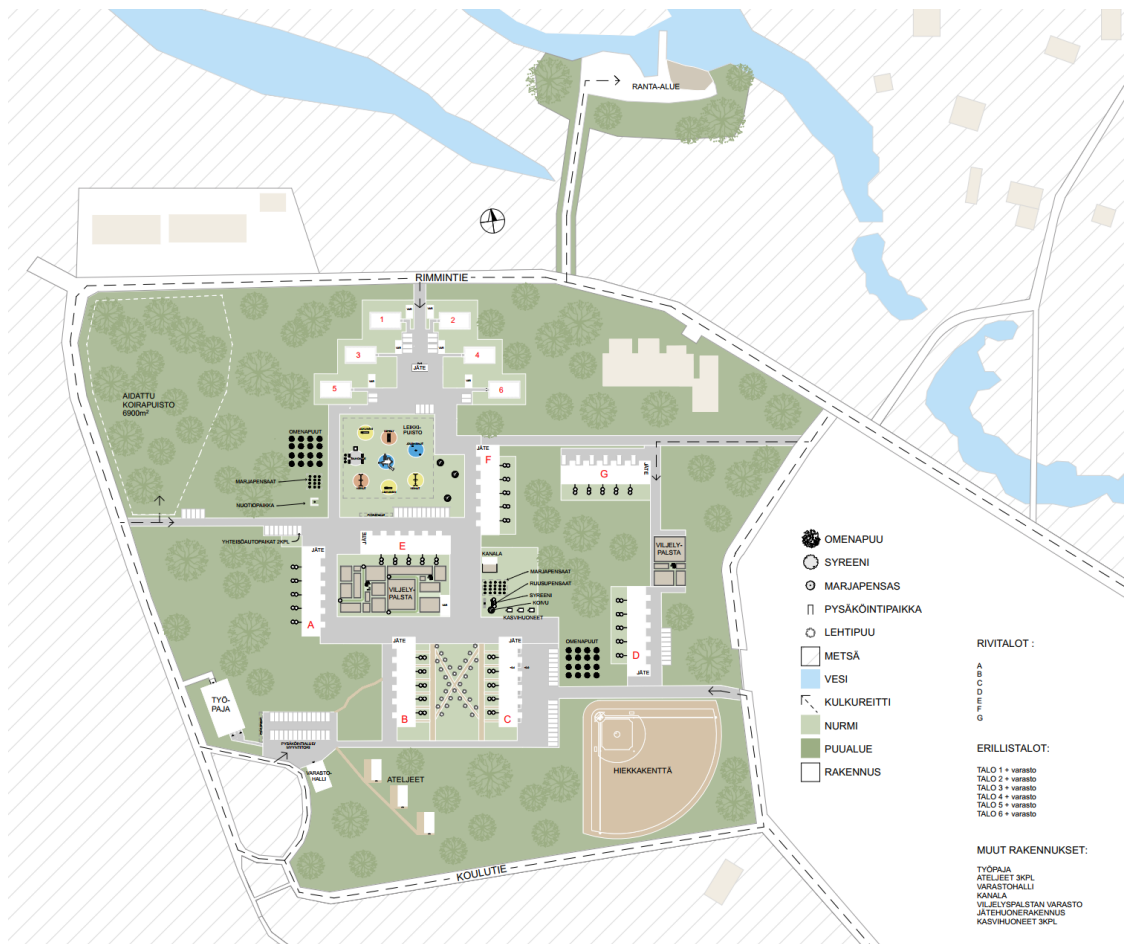
Sijainti vaikuttaa asuinalueen ilmastollisiin ominaisuuksiin ja vaikuttamisen keinoihin. Maaseudulla kasvillisuus on yleensä runsaampaa kuin kaupungissa ja sen hyödyntäminen kasvihuonepäästöjen pienentämiseksi tai rakennusten viilentämiseksi on kannattavaa. (RT 103170 2020.)

Ilmastonmuutoksen myötä myös Suomen sääolosuhteet muuttuvat. Pienilmaston vaikutus on vähentynyt rakennusten energiatehokkuuden ja rakennekehityksen myötä, mutta kesien kuumeneminen ja suurten ikkunoiden suosio ovat lisänneet ylikuumenemisen riskiä sisätiloissa. Kasvillisuus ja muu passiivinen aurinkosuojaus vähentävät sisätilojen jäähdytstarvetta ja viilentävät piha-alueita. Ilmaston kuumeneminen korostuu erityisesti kaupungeissa, joissa jäähdytyksen tarpeen lisääntyessä täytyy varata aikaisempaa enemmän tilaa kasvillisuudelle. (RT 103170 2020.) Tämän seurauksena voidaan pohtia, vähentääkö kasvillisuus myös koneelliseen viilennykseen tarvittavan energian aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä.

4.5 Rimminkankaan asuinalueensuunnitelma

Rimminkankaan asuinalueensuunnitelman tavoitteena on ollut suunnitella ekologinen asuinalue, jonka asuinrakennukset ovat vähähiilisiä, ekologisia ja hirsirakenteisia. Alueen pääkohtia ovat ekologinen asuminen, työpajatoiminta sekä ulkoaktiviteetit kuten viljelytoiminta. Asuinrakennuksia on suunniteltu kaksi eri kokoista tyyppimallia: rivitalo ja erillistalo. Tyyppimalli 1 on rivitalo ja tyyppimalli 2 on erillistalo. Kohteet on kuvailtu tarkemmin luvussa 5.

Asuinalueen suunnittelussa on hyödynnetty ekologisen asuinalueen ominaispiirteitä, kuten kasvillisuuden lisääminen, omavaraisuus, yhteisöllisyys sekä liikennejärjestelyt, kuten yhteiskäyttöiset kulkuneuvot. Kuvassa 14 on esitetty alueenkäyttösuunnitelma.



KUVA 14. Alueenkäyttösuunnitelma (liite 8)

Yhteyttä luontoon on korostettu siten, että jokaisen asuinrakennuksen yhteyteen on suunniteltu viheralue eikä rakennuksia ole sijoitettu liian lähelle toisiaan. Asuinalueen väljyys ja laajat nurmialueet tarjoavat myös kehitysmahdollisuuksia tulevaisuudessa. (Kuva 15.)



KUVA 15. Rivitalojen B ja C välinen puistoalue (liite 10)

Lämpöenergiatuotantoon on suunniteltu energianlähteiksi aurinkokeräimet, vesitakka ja ilmasilämpöpumppu niiden ekologisten ja vähähiilisyttä tukevien ominaisuuksien takia. Loput energiatarpeesta voidaan saada paikallisesta kaukolämpöverkostosta.

Luvussa 4 toteutetun Rimminkankaan perustusten uudelleenkäytön arvioinnin perusteella rakennuskohteen käyttötarkoituksen, ympäristöystävällisyyden ja arkkitehtuurin kannalta paras rakennus- ja alueenkäyttösuunnitelma saadaan hyödyntämällä perustuksia vain osittain tyttöjen asuntolarakennuksessa siinä tapauksessa, jos hiililaskenta osoittaa sen kannattavaksi. Perustusten mahdollinen hyödyntäminen on otettu huomioon suunnitelmassa ja se on kuvattu tarkemmin luvussa 8. Muiden alueen rakennusten osalta rakennepiirustuksia ei ole ollut tarpeeksi saatavissa, ja perustuksia hyödynnetään vain mahdollisesti betonimurskana.

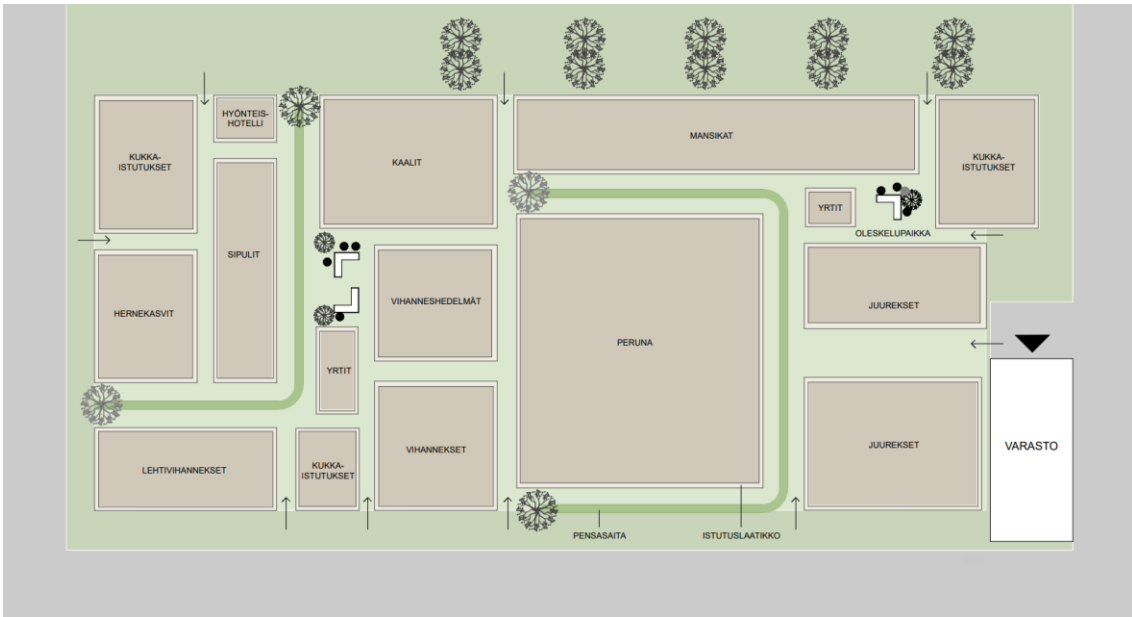
Rakennusten suunnittelun lähtökohtana on ollut suunnitella aikaa kestäviä, vähähiilisiä ja energiatehokkaita hirsirakennuksia, jossa asukkailla on riittävästi tilaa esimerkiksi etätyöskentelyyn, puutarhanhoitoon tai omavaraisravinnon säilöntään. Alueelle on suunniteltu seitsemän kuuden asunnon rivitaloa ja enemmän yksityisyyttä tarjoavia erillistaloja. Hillityn harmaat

erillistalot rauhoittavat rivitalojen värikästä julkisivulaudoitusta ja modernisoivat rakennusten perinteistä muotokieltä. Arkkitehtuurin tavoitteena on ollut pyrkiä idylliseen ja luonnonläheiseen lopputulokseen. (Kuva 16.)



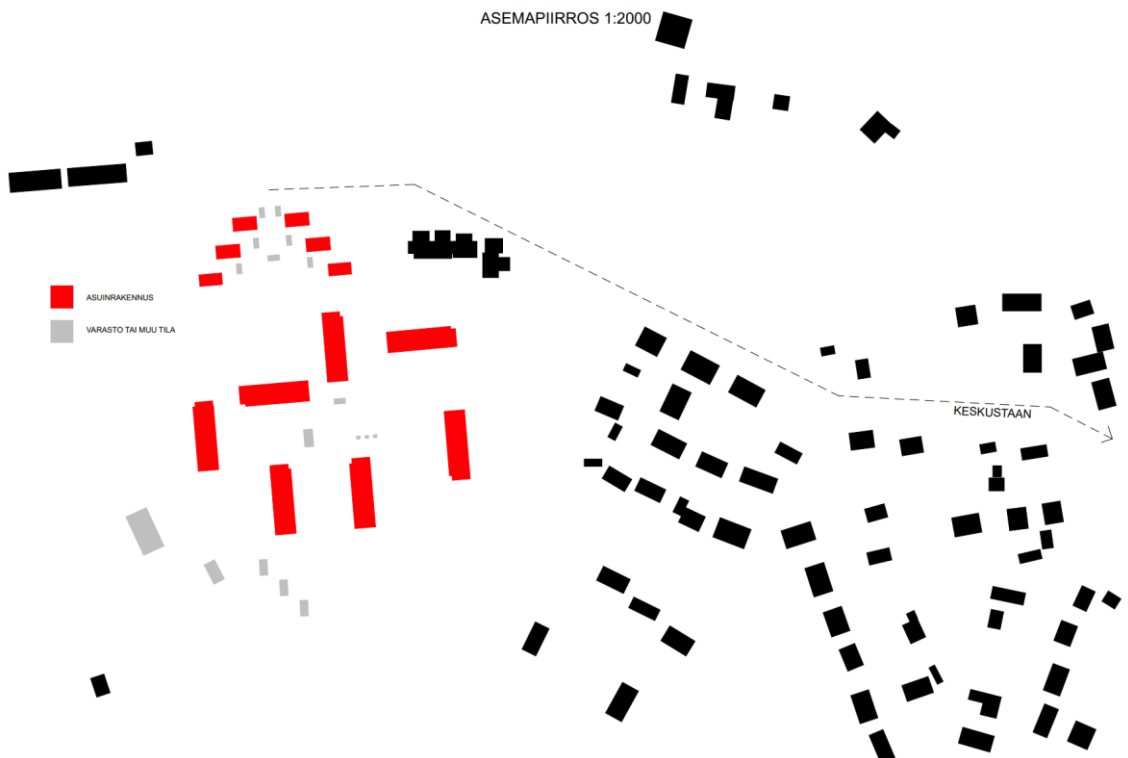
KUVA 16. Rivitalot A ja E, jotka ympäröivät asuinalueen viljelyspalstaa (liite 10)

Asukkaiden käytössä on useita omavaraisen ravinnon lähteitä, kuten omenapuita, erilaisia marjapensaita, kanala, viljelyspalsta ja kasvihuoneita. Viljelyspalstalla voidaan kasvattaa useita eri vihanneksia ja juureksia, kuten perunaa, porkkanaa, sipulia tai kurkkuja, ja kasvihuoneessa voidaan kasvattaa esimerkiksi tomaattia ja yrttejä. Hyönteishotelli on hyönteisille tarkoitettu keinopesä, jonka avulla houkutellaan alueen marjapensasiin pölyttäjähyönteisiä. Viljelyspalstan huoltorakennuksessa voidaan säilyttää yhteiseen käyttöön tarkoitettuja työvälineitä tai muuntaa tila juuresten säilytykseen sopivaksi. (Kuva 17.)



KUVA 17. Viljelyspalsta (liite 9)

Kuvassa 18 on havainnollistettu Rimminkankaan asuinalueen laajuutta ja rakennusten jakautumista asuinrakennuksiin ja muihin rakennuksiin. Pudasjärven keskusta on Rimminkankaalta vain noin 1 km:n matka.



KUVA 18. Rimminkankaan asemapiirros 1:2000 (liite 4)

koirapuiston aitausta on muutettu sopimaan paremmin asuinalueen yhteyteen. (Kuva 20.) (Oulun kaupunki 2014.)



KUVA 20. Ilmakuva luoteesta (liite 10)

Kuvan 21 viljelyspalsta tarjoaa mahdollisuuksia ravinnontuotantoon, ulkoiluun ja harrastamiseen sekä lisää alueen ekologisuutta ja viihtyisyyttä.



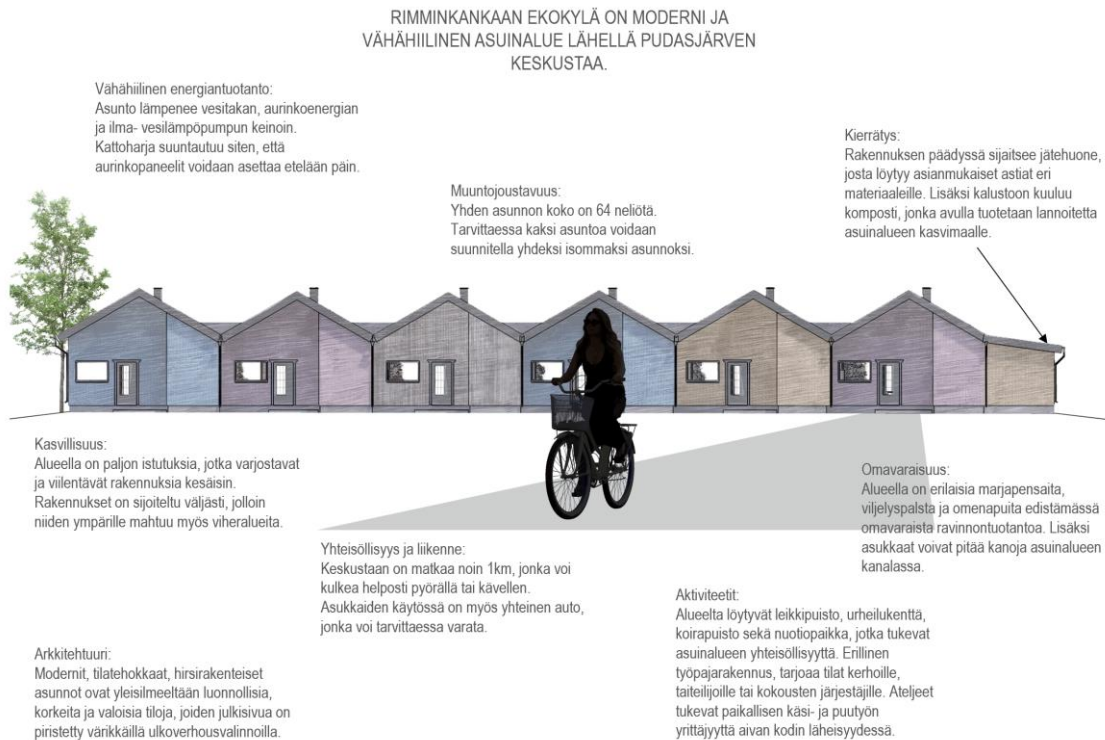
KUVA 21. Viljelyspalsta (liite 10)

Kuvasta 22 voi huomata, että leikkipuisto ja viljelyspalsta on pyritty sijoittamaan asuinalueen keskelle. Viljelyspalstasta oikealle katsottuna sijaitsevat omenatarha ja kanalarakennus.



KUVA 22. Ilmakuva etelästä (liite 10)

Koko asuinalueen idea on tiivistetty kuvaan 23.



KUVA 23. Idean havainnointi (liite 3)

5 EKOLOGISEN ASUNNON OMINAISUUDET

Ekologinen rakennus tarkoittaa sitä, että rakentamisella on pyritty kuormittamaan mahdollisimman vähän ympäristöä. Asumisen ekologisuuteen vaikuttavat eniten kantavien rakenteiden ympäristöystävällisyys, tila- ja energiatehokkuus sekä energiatuotannon keinot. Lisäksi tulee ottaa huomioon rakennuksen laite- ja kalustevalinnat sekä rakennuksen toiminallisuus. Luvussa 5 on pyritty kuvaamaan ekologisen asunnon piirteitä tarkemmin sekä pohtimaan ekologisen asuntorakentamisen yhteyttä hiilidioksidipäästöjen vähenemiseen. (RT 103170 2020.)

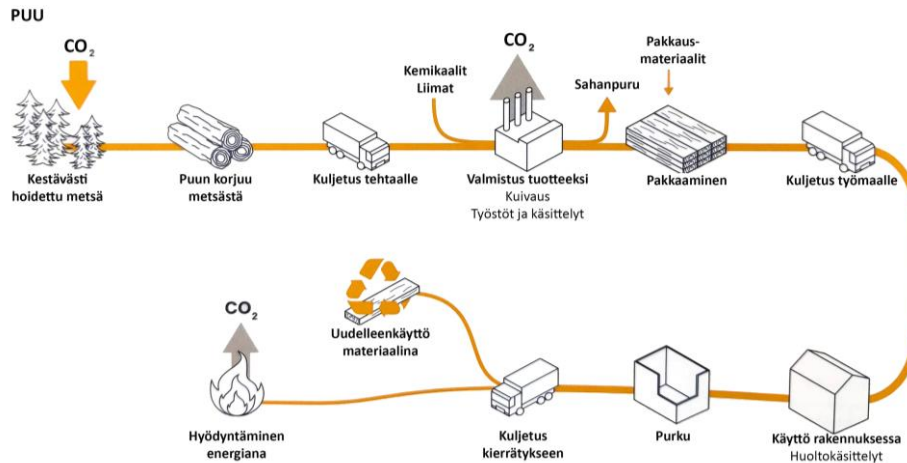
Asuntoja voidaan tarkastella yksilöllisesti, koska jokainen kohde on erilainen. Suuria lämmönkulutuksesta koituvia päästöjä voidaan kompensoida esimerkiksi painottamalla asunnon tilatehokkuutta ja ympäristöystävällisiä materiaaleja, tai rakenteista syntyviä päästöjä voidaan tasata esimerkiksi energiatehokkuudella ja asunnon keskeisellä sijainnilla palveluiden suhteen, jolloin liikkumisen tarve vähenee. (RT 103170 2020.) Luvussa 5.5 on esitelty Rimminkankaalle suunnitellut ekologiset asuntotyyppimallit.

5.1 Ekologiset rakennusmateriaalivalinnat

Puu on ekologinen, luonnollinen ja uusiutuva materiaali, jota voidaan hyödyntää rakennuksen seinä-, alapohja-, yläpohja- ja välipohjarakenteissa sekä ikkunoissa, ovissa, portaissa, kalusteissa ja sisustuksessa. Kevyissä väliseinissä puuta käytetään usein rankarakenteena, mutta ulkoseinissä on usein käytetty myös täyttä puuta eli massiivipuuta, kuten CLT-levyjä tai hirttä.

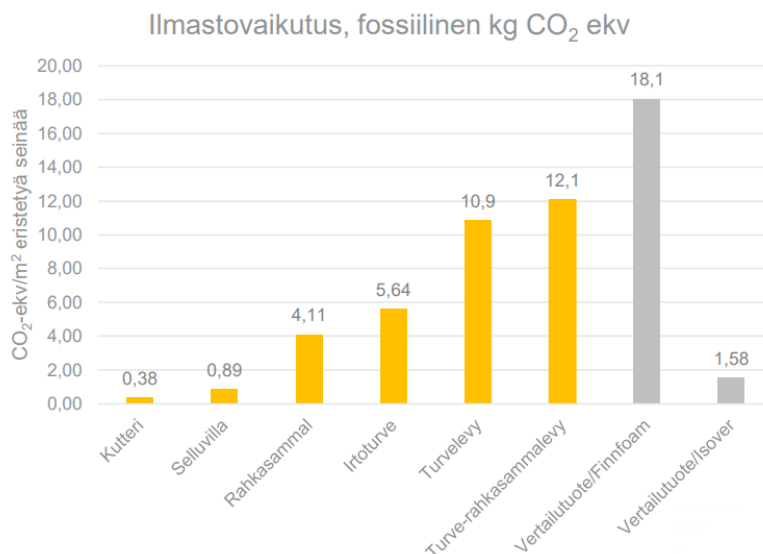
Hirsi on kestävä ja kierrätettävää, sillä hirsirakenne kestää parhaillaan vuosisatoja eikä tuotteista synny ongelmajätettä. Suomen metsissä kasvaa joka vuosi noin 110 000 000 m³ uutta runkopuuta, josta jää hyödyntämättä jopa 40 %. Hirsirakenteiden hyviä puolia ovat myös siirrettävyys ja korjattavuus. Hirsikomponentit voidaan purkaa ehjänä, siirtää toiseen paikkaan ja koota uudelleen, ja rikkoontuneita osia voidaan korjata tai korvata uusilla melko helposti. Hirren ekologisuutta parantaa se, että se on suomalainen rakennusmateriaali, jolloin voidaan vähentää kuljetuksiin kuluvaa energiaa. (Tiainen, Pihlajaniemi & Lakkala 2017.)

Hirsiseinä voidaan eristää ulkopuolelta, mutta julkisivu täytyy silloin verhota. Laudan paksuudeksi suositellaan vähintään 25 mm, ja päät tulisi viistää tippanokaksi. Tärkeää on jättää kohtuullinen tuuletusrako ulkoverhouksen taakse ja käyttää rakenteeseen sopivaa eristettä, mieluiten luonnonmukaista. (Tiainen ym. 2017.) Kuvassa 24 on esitetty puumateriaalin elinkaari.



KUVA 24. Puumateriaalin elinkaari (Häkkinen & Kuittinen 2020)

Luonnonvarakeskus on tutkinut Paikalliset biopohjaiset rakennusmateriaalit -hankkeessa kutterilastun, selluvilla, turpeen ja rahkasammaleen vaikutusta ilmastoon. Raaka-aineet ovat peräisin erilaisista lähteistä. Kutterilastu syntyy sahatavara-teollisuuden sivuvirtana ja kasvuturve energiatuotannon yhteydessä. Selluvilla valmistetaan kierrätysraaka-aineesta, joka on keräyspaperin ja painolaitosten leikkuujätettä. (Jallinoja 2020.) Kuvassa 25 kuvataan hankkeessa tutkittujen eristemateriaalien ja niiden vertailutuotteiden fossiilista ilmastovaikutusta. Tuloksen perusteella kutterilastu kuormittaa ympäristöä vähiten.



KUVA 25. Rakennusmateriaalien ilmastovaikutus (Jallinoja 2020)

5.2 Rakennuksen energiatehokkuus

Energiatehokkuus tarkoittaa sitä, että energiaa käytetään ominaiskulutusta tehokkaammin. Kulutukseen voidaan vaikuttaa rakennuksen ulkovaipan ominaisuuksien ja ekologisten laitteiden avulla. Laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku kuvaa rakennuksen laskennallista ostoenergiankulutusta lämmitettyä nettoalaa kohden. (RT RakMK-21763 2018.)

5.2.1 Rakennuksen ulkovaippa

Rakennuksen ulkovaippa tarkoittaa rakennuksen niitä osia, jotka erottavat lämpimät tilat ulkoilmasta tai lämmittämättömästä tilasta. Rakennustieto Oy:n ohjekortin mukaan ”Talon ulkovaipan sekä ikkunoiden ja ovien lämmöneristyskyky ja ilmatiiveys vähentävät lämmitysenergian tarvetta” (RT 103170 2020). Sähköenergian ja lämpimän käyttöveden merkittävyys kokonaisenergiakulutuksessa kasvaa, kun rakennuksen eristyskyky paranee.

Tiiviit ja hyvin eristävät ikkunat, ovet, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteet vähentävät rakennuksen lämpöhäviötä talvella sekä laskevat sisätilan ylikuumenemisen riskiä kesällä. (Kettunen 2019; RT RakMK-21763 2018.) Eristemateriaalin valinnassa on huomioitava tuotteen fossiilinen ilmastovaikutus sekä luonnonvarojen kulutus, mutta myös sen rakennetekninen sopivuus. Joissakin tapauksissa esimerkiksi kivipohjainen materiaali voi olla ekologista tuotetta parempi vaihtoehto, jos sen avulla saavutetaan terveellisempi ja turvallisempi rakenneratkaisu.

5.2.2 Laitteet ja kalusteet

Kulutukseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi energiatehokkailla ja vettä säästävillä laitevalinnoilla, mutta lisäksi asukkaiden kulutustottumuksilla on seuraamuksia. Laitteiden käyttöön ja huoltoon on tärkeää perehtyä, sillä tekniikan vääränlainen käyttö voi jopa lisätä rakennuksen energiankulutusta. (RT 103170 2020.) Laitteet ja kodinkoneet kuten jääkaapit tai LED-lamput jaetaan energialuokkiin A-G, joista A on paras ja G huonoin. Joissakin laitteissa energialuokan A yläpuolella ovat vielä luokat A+, A++ ja A+++.

Toimiva ja energiatehokas ilmanvaihtojärjestelmä on oleellinen osa ekotehokasta rakennusta. Ilmatiivis rakenne edellyttää jatkuvaa ilmanvaihtoa, ja kylmässä ilmastossa hyvin vähän energiaa

tarvitsevan passiivitalon vaatimuksia on vaikea täyttää ilman poistoilman lämmöntalteenottoa. Tuloilman lämmitykseen kuluvan energian osuus on Suomessa noin 30...50 % koko rakennuksen lämmitystarpeesta, josta poistoilman lämmöntalteenotto voi kattaa noin 50...80 %. (Passiivitaloyhdistys.)

Yksi ekologinen laitevalinta on Vesitasku, joka on kotimaisen Houseman Oy:n suunnittelema sadevesisäiliö, jonka avulla sadevettä voidaan hyödyntää esimerkiksi kasvimaan tai pihan kastelussa. Säiliö asennetaan syöksytorven alle maan päälle tai seinälle. (Houseman Oy.)

5.3 Rakennuksen lämmöntuotanto

Uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen energiantuotannossa vähentää rakennuksen ostoenergian tarvetta ja tekee rakennuksesta ekologisen. Aurinko- ja tuulienergia ovat vaihtoehtoista ympäristöystävällisimmät, mutta myös lämpöpumput, hybridijärjestelmät sekä biopolttoaineet saastuttavat vähän. Lisäksi lämpöenergiaa voidaan tuottaa perinteisen tulisijan tai vesitakan avulla. (RT 103170 2020.)

Aurinkoenergia on ekologista energiantuotantoa, koska se on niin sanotusti ilmaisenergiaa. "Aurinkoenergialaitteen sijainti, kallistuskulma ja suuntaus vaikuttavat merkittävästi sen energiantuottoon." (Tahkokorpi, Erat, Hänninen, Nyman, Rasinkoski & Wiljander 2016.) Esimerkiksi aurinkosähköpaneelit tulisi sijoittaa täysin varjottomaan paikkaan, jotta laite saa säteilyä tasaisesti. Mitä korkeammalle ja kauemmaksi varjostavista elementeistä laite sijoitetaan, sitä suurempi on energiatuoton mahdollisuus. (Tahkokorpi ym. 2016.)

Aurinkoenergialaitteen optimaalinen suunta on etelään päin, ja tehokkain energiankeräys saadaan silloin, kun aurinko paistaa kohtisuoraan eli tulokulma on nolla astetta. Suomessa auringon korkeus vaihtelee vuodenaikojen mukaan huomattavasti, ja esimerkiksi talvella laitteen kallistuskulman tulisi olla lähes pystysuorassa tuottaakseen ihanteellisen tehon. Joitakin aurinkoenergialaitteita voidaan säätää optimaaliseen kallistuskulmaan eri vuodenaikoihin sopivaksi, mutta kesimääräinen optimikallistus Suomessa on noin 45 °C. (Tahkokorpi ym. 2016.)

Vesitakan avulla voidaan tuottaa energiaa ekologisesti, koska puu on luonnossa uusiutuva materiaali. Vesitakka on vesikiertoinen tulisija, joka varastoi lämmön energia- tai hybridivaraajaan.

Vesitakka on perinteistä tulisijaa hyödyllisempi sen takia, että se varastoi lämmön varaajaan tulisijan massan sijaan, minkä seurauksena lämpöenergiaa voidaan käyttää hallitusti tarvittava määrä vain silloin, kun sitä tarvitaan. Varaajan ominaisuuksien mukaan, myös käyttövesi on mahdollista lämmittää vesitakalla. Lisäksi huoneiston ylikuumentamisen riski pienenee, kun suurin osa vesitakan energiasta syötetään varaajaan. (Tulituote Oy.)

Hybridivaraaja on lämpöä jakava vesisäiliö, jonka avulla voidaan käyttää yhtä aikaa useita eri lämmönlähteitä, kuten aurinkopaneeleita, lämpöpumppua ja vesitakkaa. Laitteen avulla voidaan pienentää lämmityskustannuksia hyödyntämällä aina tarkistelu hetkellä edullisinta energianlähdettä. Hybridivaraaja lämmittää talon käyttö- ja lämmitysveden ja syöttää sitä vesikiertoiseen lattialämmitysjärjestelmään. (Lämpö Ykkönen.)

5.4 Rakennuksen toiminnallisuus ja tilatehokkuus

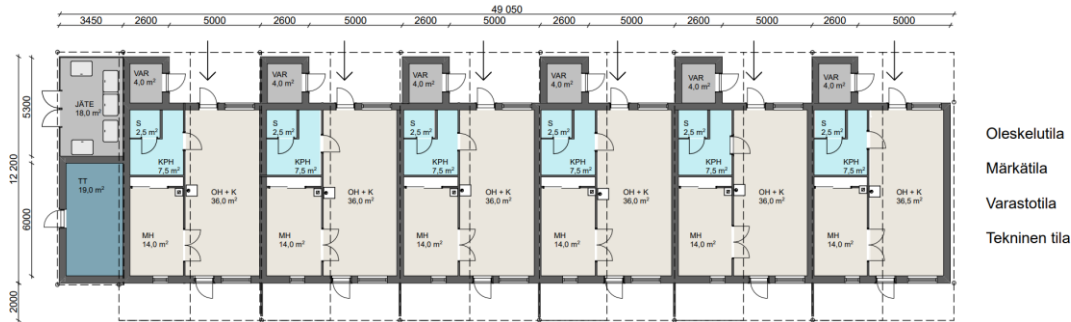
Toiminnallisuuden suunnittelu voi vaikuttaa rakennuksen ostoenergian tarpeeseen ja sen seurauksena parantaa rakennuksen ekologisuutta. Ikkunoiden sijoittaminen etelän puoleiselle ulkoseinälle lisää auringonvalon ja lämmön määrää sisätiloissa passiivisesti. Ylikuumentamisen riskiä voi vähentää lisäämällä tontille kasvillisuutta ja varjostavia komponentteja. Tulisijan sijoittaminen rakennuksen keskelle parantaa lämmön leviämistä tasaisesti ympärillä oleviin tiloihin. Rakennuksen pohjoiselle puolelle sijoitetaan tilat, kuten varastot, harrastushuoneet tai makuuhuoneet, jotka vaativat vähemmän lämmitystä. (RT 103170 2020.)

Rakennuksen käyttöikä pidentyy, kun tilat suunnitellaan muuntojoustaviksi ja erilaisiin tarkoituksiin sopeutuviksi. Mitä tehokkaammin rakennuksen tiloja käytetään, sitä energiatehokkaampi koko rakennus on. Esimerkiksi koulurakennukset suunnitellaan usein siten, että niiden tiloja käytetään iltaisin harrastetoimintaan, jolloin kulutettu energia suhteessa hyötyyn on pienempi kuin koulussa, joka on iltaisin tyhjiään. Myös pientalojen tilatehokkuutta ja muuntojoustavuutta voidaan parantaa rakentamalla lisähuoneita tai sivuasuntoja perheeseen tai elämäntilanteen muuttuessa. (RT 103170 2020.)

5.5 Rimminkankaan asuntotyyppimallit

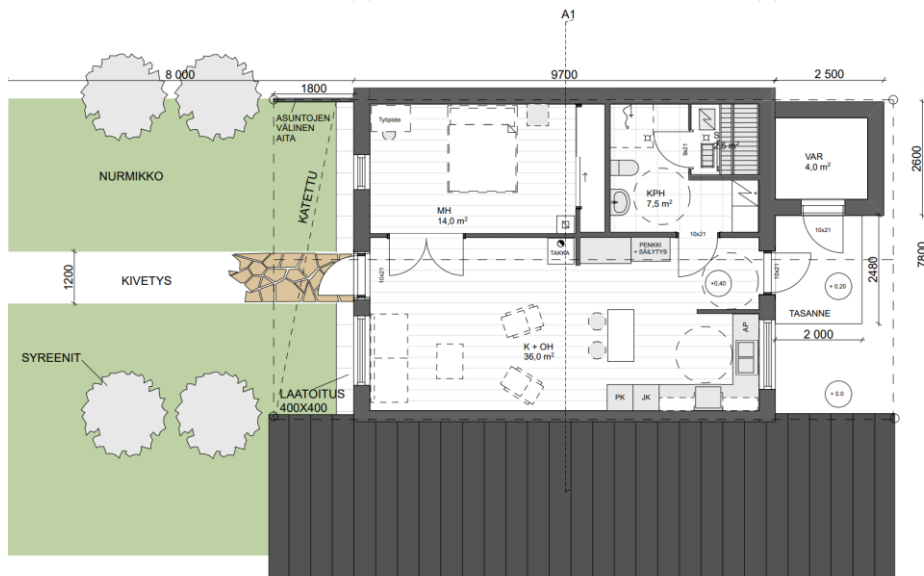
5.5.1 Tyyppimalli 1 – rivitalo

Ekoasunnon tyyppimalli 1 on rivitalo, joka koostuu kuudesta noin 64 m²:n kokoisesta kaksiosista. Rakennuksen päädyssä on tekninen tila ja jätuhuone. (Kuva 26.)



KUVA 26. Rivitalon pohjapiirustus (liite 5)

Asuntoihin on haluttu suunnitella tarpeeksi säilytys- ja varastointitilaa, jotta kasvimaan ravintoa voidaan säilöä ja jotta kierrättäminen olisi mahdollisimman mieluista ja siistiä. Aidat ja varastot suojaavat asuntojen sisäänkäyntejä ja piha-alueita ja luovat asukkaille yksityisyyttä. Syreenit ja aidat erottavat asukkaiden pihat toisistaan ja varjostavat aluetta. Takapiha mahdollistaa omien puutarhaprojektien harjoittamisen henkilökohtaisen aktiivisuuden ja kiinnostuksen mukaan. (Kuva 27.)



KUVA 27. Rivitaloasunnon pohjapiirustus (liite 5)

Harjakatto muotoutuu siten, että etelän suuntaan voidaan asettaa aurinkopaneeleita. Rakennuksen ulkoseinät ovat hirsirunkoisia ja julkisivu on verhottu eri sävyisillä pystylaudoituksilla, mikä erottaa asunnot toisistaan. Tyypimallissa on tavoiteltu modernia ”minitalon” vaikutelmaa. (Kuva 28.)



KUVA 28. Rivitalon julkisivut itään ja länteen ja leikkaus A1 (liite 5)

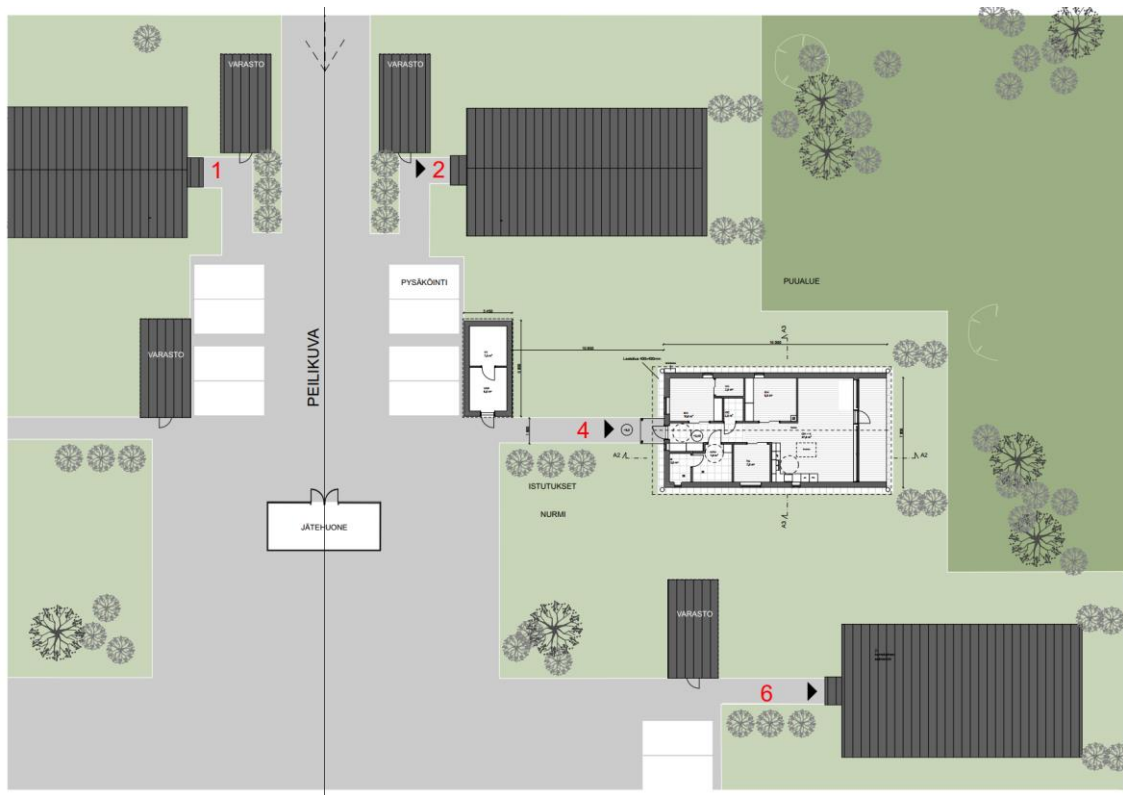
Asuntojen julkisivulaudoitusten värit ovat vaaleanpunainen, -sininen, -ruskea ja harmaa (kuva 29).



KUVA 29. Rivitalo C talvella idästä katsottuna (liite 5)

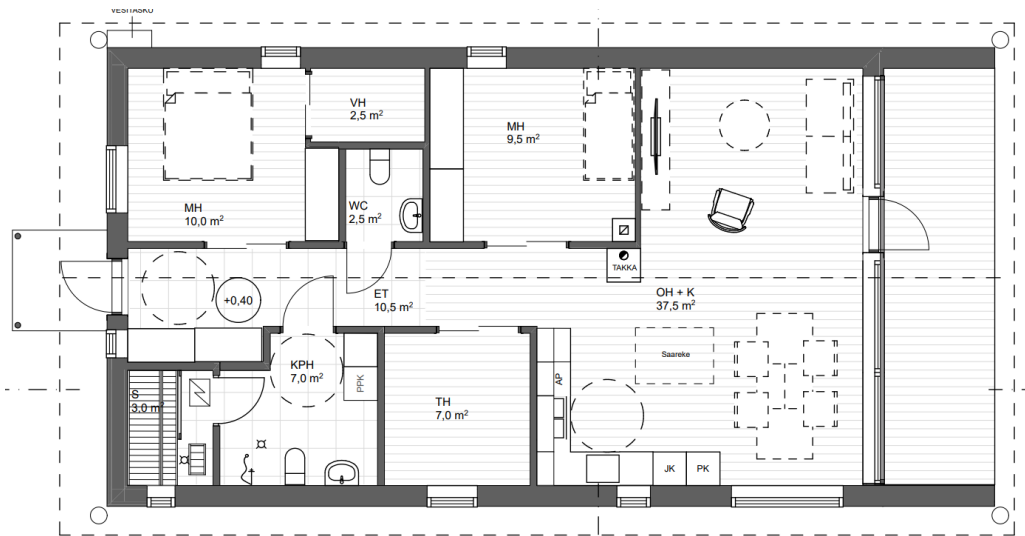
5.5.2 Tyypimalli 2 – erillistalo

Asuinalueen suunniteltu tyypimalli 2 on erillistalo. Hirsirakenteiset erillistalot tarjoavat asukkaille enemmän yksityisyyttä, tilaa ja asumismukavuutta. Asuntojen ympärillä on reilun kokoinen piha, ja katetulta terassilta on suora yhteys luontoon. Takapihan näkymä ja luonnonvalo tulvivat sisätiloihin asti koko seinän mittaisen ikkunan läpi, ja pensaat ja terassikatot luovat varjoja ja suojaavat näkymää ulkoa sisälle. Kattoharja suuntautuu siten, että aurinkopaneelit voidaan sijoittaa etelään päin. Piharakennukseen on sijoitettu erillinen varasto ja tekninen tila, ja asukkaiden käyttöön on varattu kaksi pysäköintipaikkaa. (Kuva 30.)



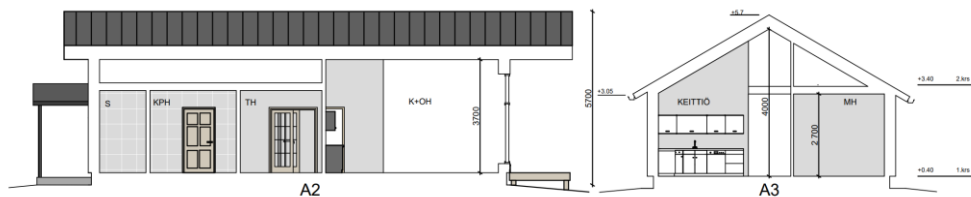
KUVA 30. Erillistalojen sijaintipiirros (liite 6)

Erillistalo koostuu tilavasta keittiö- ja oleskelutilasta, saunallisesta kylpyhuoneesta ja erillisestä WC:stä. Lisäksi tiloihin sisältyvät työhuone ja kaksi makuuhuonetta, joista toisen yhteydessä on vaatehuone. (Kuva 31.)



KUVA 31. Erillistalon pohjapiirustus (liite 6)

Keittiö/oleskelutila on korkea ja avara, yläpohjaan asti auki olevaa tilaa (kuva 32).



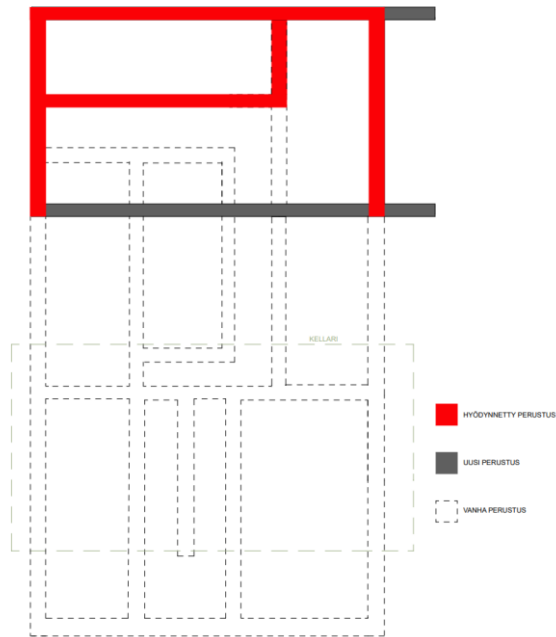
KUVA 32. Leikkaukset A2 ja A3 (liite 6)

Erillistalojen julkisivut on vuorattu harmaantuvalla lehtikuusipystylaudoituksella ja varistorakennukset vaaleanruskealla pystylaudoituksella. Rakennus on muodoltaan yksinkertainen ja perinteinen, mutta takapihalle suunnatut suuret ikkunat antavat ripauksen modernia ilmettä ja ylellisyyden tuntua. (Kuva 33.)



KUVA 33. Erillistalojen 2,4 ja 6 julkisivu itään (liite 6)

Erillistalot 2,4 ja 6 sijaitsevat entisen tyttöjen asuntolarakennuksen paikalla (rakennus 5), ja uudisrakennusten suunnittelussa on otettu huomioon perustusten sijainti ja niiden mahdollinen uudelleenkäyttö. Kuvassa 34 on havainnollistettu, miten vanhat perustukset sijoittuvat uuteen asuinrakennukseen. Hyödynnettävissä oleva perustus on piirretty punaisella, uusi osa harmaalla ja purettava osa on piirretty katkoviivalla. Asuntolan kellarin sijainti on merkitty vaaleanvihreällä katkoviivalla.



KUVA 34. Perustuspiirustus (liite 6)

Kuvassa 35 on visualisoitu näkymä erillistalon takapihalta.



KUVA 35. Erillistalo (liite 6)

6 ERILLISTALON HIILIJALANJÄLKI

Hiilijalanjälki kuvaa rakennuksen koko elinkaaren aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen suuruutta. Luvussa 9 on laskettu Rimminkankaan asuinalue-suunnitelman erillistalon, eli tyyppimalli 2:n, hiilijalanjälki eri skenaariossa ja vertailtu tuloksia toisiinsa. Tavoitteena on ollut selvittää, onko vanhan perustuksen hyödyntämisellä ja korjaamisella vaikutusta uudisrakennuksen hiilijalanjälkeen. Lisäksi rakennuksen tavoitteena on ollut pyrkiä vähähiiliseen lopputulokseen, minkä seurauksena laskentaprosessia on suosittu vähähiilisiä materiaali- ja rakenneratkaisuja. Rakennuksen lämmönjärjestelmä koostuu aurinkokeräimistä, vesitakasta ja ilma-vesilämpöpumpusta, joiden energiavuosituotto on arvioitu ja vaikutus hiilijalanjälkeen on laskettu. Lisälämmönlähteeksi on suunniteltu kaukolämpö, joka tuotetaan paikallisessa lämpölaitoksessa biopolttoaineella. Rakennuksen sähköenergia on laskettu saatavaksi paikallisesta sähköverkosta.

Hiilijalanjäljen laskentaan on käytetty One Click LCA -ohjelmaa, ja energiankulutuksen laskentaan on käytetty Laskentapalvelut.fi-ohjelmaa. Laskennan arviointijärjestelmänä on käytetty eurooppalaisen standardin mukaista EN 15804 -järjestelmää.

6.1 Erillistalon energiankulutus

Ennen varsinaisen hiililaskennan aloittamista rakennuksen energiankulutusta on arvioitu Laskentapalvelut.fi-ohjelman avulla. Laskentaan tarvittavia tietoja ovat rakennuskomponenttien pinta-alat ja U-arvot (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Erillistalon lähtötiedot

Pinta-ali tiedot				Ikkunat	
	m ²	U-arvo			m ²
Ikkunat	38,5	0,74		etelään	5,96
Ovet	4,2	0,84		pohjoiseen	2,1
Ulkoseinät	109	0,21		itään	27,7
Alapohja	98	0,1		länteen	2,7
Yläpohja	153	0,07			38,46
Välipohja	43				

Laskentapalvelujen ohjelmassa ei otettu huomioon esimerkiksi tulisijan tai aurinkopaneeleiden vaikutusta, vaan omavaraisenergian osuus arvioitiin erikseen. Kokonaisenergian tarpeen arvioksi saatiin 16 303 kWh, josta lämpöenergian osuus on 12 673 kWh. (Taulukko 4.) Omavaraisenergiälähteiden energiatuotto on arvioitu erikseen, minkä jälkeen vuosituotto on vähennetty rakennuksen arvioidusta ostoenergiatarpeesta ja tulokseksi on saatu rakennuksen lopullinen ostoenergian tarve.

Aurinkokeräinten vuosituottoarviot vaihtelevat huomattavasti tuotemerkkien ja yritysten välillä. Erillistalon hiililaskennassa on käytetty Oulun ilmastoon sopivaa vuosituottoarviota 300–400 kWh/m², koska Oulu sijaitsee maantieteellisesti lähimpänä Pudasjärveä. Jos aurinkokeräimien laajuus katolla on 10 m², energiatuoton arvio on 3 000–4 000 kWh vuodessa. (Lylykangas 2014.) (Taulukko 4.)

Vesitakan on arvioitu lataavan hybridivaraajan noin 30–60 kWh per takallinen puita. Vesitakan energiavuosituottoa on vaikea arvioida tarkalleen, koska takkaa ei lämmitetä kesäisin. Jos vesitakkaa arvioidaisiin käytettävän noin 100 päivää vuodessa, se tarkoittaisi noin 3 000 kWh: in energiatuottoa vuodessa. Ilma-vesilämpöpumpun energiatuoton on arvioitu olevan noin 5 000 kWh vuodessa. (Oulun rakennusvalvonta 2014.) (Taulukko 4.)

TAULUKKO 4. Ostoenergian tarve ja omavaraislämpöenergian tuotto

Ostoenergian tarve	kWh/a	Omavaraislämpöenergia	kWh/a
Tilojen lämmitys	9 030	Aurinkotasokeräin 10m ²	4 000
Lämmin käyttövesi	3 643	Vesitakka	3 000
Sähkölaitteet	3 091	Vesi-Ilmalämpöpumppu	5 000
Yht.	16 303	Yht.	12 000
(Lämmitys yhteensä)	12 673		

Tuloksista voidaan havaita, että rakennuksen tuottama energia kattaa noin 95 % rakennuksen lämmitysenergian tarpeesta eli kyseessä on energiatehokas rakennus. Rakennuksen lämmitykseen tarvitaan ulkoista energiaa paikalliselta lämpölaitokselta vain noin 700 kWh vuodessa. (Taulukko 5.) Pudasjärven Lämpö Oy -laitos käyttää energiatuotannossaan pelkästään biopolttoainetta, kuten sahanpurua ja haketta.

TAULUKKO 5. Lopullinen lämmitysenergian tarve

Rakennuksen lämmitysenergian tarve kun vähennetään omavaraislämpöenergia	kWh/a
Lämmityskustannukset	12 673
Aurinkoenergia	-4 000
Vesitakka	-3 000
Vesi-ilmalämpöpumppu	-5 000
Yht.	673

6.2 Laskentaprosessi

Hiililaskenta koostuu kuudesta eri osa-alueesta: rakennusmateriaalit, vuotuinen energiankulutus, vuotuinen sähkönkulutus, rakentamisprosessi, rakennuksen pinta-ala ja arviointijakso. Rakennuksen tiedot syötetään ohjelmaan, minkä jälkeen voidaan tarkastella eri osa-alueiden ilmastovaikutuksia. Rakennuksen arviointijaksoksi valittiin 75 vuotta.

Laskentaprosessissa käytettyjen rakennusmateriaalien ja rakenteiden valinnassa on suosittu hirsi- ja puuratkaisuja, ja mineraalivillan sijasta on pyritty valitsemaan ekovilla. On huomioitavaa, että One Click LCA -ohjelman rajallinen materiaalikirjasto on osittain vaikuttanut laskennan suorittamiseen. Prosessissa on tutkittu laskentatapauksia 1–4 ja vertailtu niitä keskenään. Laskennassa on pyritty selvittämään, onko perustusten hyödyntämisellä positiivinen ilmastovaikutus Rimminkankaan erillistalon tapauksessa. Laskentatapaus 4 (ei korjausta) ei ole Rimminkankaan tapauksessa mahdollinen keino perustuksen hyödyntämiseen, mutta se on laskettu mukaan vertailun vuoksi. Korjausmenetelmät on esitelty tarkemmin luvussa 4. Laskentatapaukset ovat

- laskentatapaus 1: kokonaan uusi perustus
- laskentatapaus 2: hyödynnetty perustus – korjausmenetelmä 1
- laskentatapaus 3: hyödynnetty perustus – korjausmenetelmä 2
- laskentatapaus 4: hyödynnetty perustus – ei korjausta.

Laskennassa tarkasteltuja komponentteja ovat olleet rakennuksen perustukset, seinät, ala-, väli- ja yläpohja sekä ikkunat, ovet ja terassilaudoitus. Pintamateriaaleista on otettu huomioon sisäkattopaneelin ja väliseinien maalaus, lattialaminaatti sekä lattia- ja kylpyhuonelaatoitus. Laskennan tietolähteet on lueteltu kuvassa taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Laskentaprosessin tietolähteet

Tietolähde
Betonirauhoitus, yleinen
Bitumen sheets for waterproofing of roofs
Ceramic wall tiles
Eriste, EPS 100
Hirsiseinärakenne, mänty tai kuusi
Insulation, EPS hard foam, for ceilings/floors and as perimeter insulation
Keraaminen laatta
Kerto viilupuu (LVL),
Kipsilevy, tavallinen, yleinen
Kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta
Lastulevy, päällystämätön
Levyvilla
Märkätilojen seinälaatoitus
OSB-levy ja bitumikate
OSB-levy
Parvekkeen lasiovi, puu-alumiinikehys, U-arvo 0.84
Pientalon maanvarainen alapohja, betoni, EPS-eriste
Kaukolämpö - Polttohake (Teollinen kattila 1 MW)
Puujulkisivuverhoilu
Puurunkoinen huoneväliseinäelementti
Puurunkoinen lämpöeristetty kattoelementti, bitumikate
Sahatavara havupuusta, höylätty
Sepeli (8...16 mm), kostea tilavuus
Siperianlehtikuusi, höylätty, terassiin
Sisäpintojen maali
Sokkeli- ja anturaperustus, per bruttopinta-ala
Suodatinkangas N2
Laatoitus
Ulko-ovi, puurakenteinen
Ulkoseinä, hirsirakenne, mänty tai kuusi
Valmisbetoni, normaali lujuus, yleinen
Vaneri, yleinen
Verkkosähkö, Suomi (2020-2095, 75v. käyttöikä)
Vesiohenteiset sisämaalit
Vinyylilattia (Step)
Waterborne varnishes for wood
Waterproof, protective, flexible coating
Ikkuna, 3-lasinen
Wooden decking, cladding and planed timber for joinery applications

6.3 Hiililaskennan tulokset

Aluksi taulukossa 7 on yksityiskohtaisesti vertailtu perustusten materiaalmääriä ja niiden aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä eri laskentatapauksissa. Vaikka laskentatapaus 4 ei ole Rimminkankaan erillistalon tapauksessa mahdollinen, skenaario on haluttu laskea mukaan vertailun vuoksi. Tuloksista voidaan huomata, että jos perustusta voidaan hyödyntää ilman korjausta, hiilidioksidipäästöjä aiheutuu vähiten. Realistisista vaihtoehdoista laskentatapaus 2 (korjausmenetelmä 1) on vähähiilisin, mutta ero laskentatapaukseen 1 (uusi perustus) hiilijalanjälkeen on pieni. Laskentatapaus 3 osoittautui hiilijalanjäljen suhteen huonoimmaksi vaihtoehdoksi.

TAULUKKO 7. Laskentatapauksen materiaalmäärät

1	Materiaalmäärä - Uusi perustus		
	m3	kg	kg CO2e
Valmisbetoni	6,9		2 240
Betoniraidoitus		289	195
EPS eriste	0,9		48
			2 483
2	Materiaalmäärä - Korjausmenetelmä 1		
	m3	kg	kg CO2e
Valmisbetoni	1,7		562
Betoniraidoitus		73,5	48,5
EPS eriste	0,2		12
XPS-levy	2,8		500
Kevytsoraharkko	2,4		320
Tiili	1,0		530
			1 972,5
3	Materiaalmäärä - Korjausmenetelmä 2		
	m3	kg	kg CO2e
Valmisbetoni	1,7		562
Betoniraidoitus		73,5	48,5
EPS eriste	0,2		12
Valmisbetoni 2*	10,3		2 700
			3 322,5
*Sokkeliin on tehty 1m x 0,6m aukkoja, ja Toja-eriste on kaavittu pois. Aukot on täytetty betonilla.			
4	Materiaalmäärä - Perustus ilman korjausta		
	m3	kg	kg CO2e
Valmisbetoni	1,7		562
Betoniraidoitus		73,5	48,5
EPS eriste	0,2		12
			622,5

Taulukossa 8 on eriteltyä koko erillistalon hiilijalanjälki laskentatapauksessa 1. Vertailukohteena on käytetty vastaavan kokoista betonirakennusta, jonka laskettu energiankulutus on noin 24 700 kWh, lämmitysmuoto on kaukolämpö ja omavaraisenergianlähteitä ei ole. Tavoitteena on havainnoida eri osa-alueiden hiilijalanjäljen suuruusluokkaa ja verrata hirsi- ja betonirakennuksia toisiinsa. Tuloksista voidaan todeta, että hirren hiilijalanjälki on betonin hiilijalanjälkeä pienempi, mutta suurin koko betonirakennuksen hiilidioksidipäästöihin vaikuttava osio on energiankulutus 51 000 kg CO₂/e.

TAULUKKO 8. Erillistalon hiilijalanjälki

	Hirsi	Betoni
Erillistalon hiilijalanjälki	kg CO ₂ e	kg CO ₂ e
1. Perustukset ja maanalaiset rakenteet	2 000	2 000
2. Pystyrakenteet ja julkisivu	12 000	15 000
3. Vaakarakenteet: pohjat, katot, palkit	10 000	11 000
4. Muut rakenteet ja materiaalit	6 000	6 000
	30 000	34 000
1. Verkkosähkön kulutus	8 000	10 000
2. Kaukolämmön kulutus	1 000	38 000
3. Veden kulutus	3 000	3 000
	12 000	51 000
1. Työmaan skenaariot	4 000	4 000
Yhteensä:	46 000	89 000

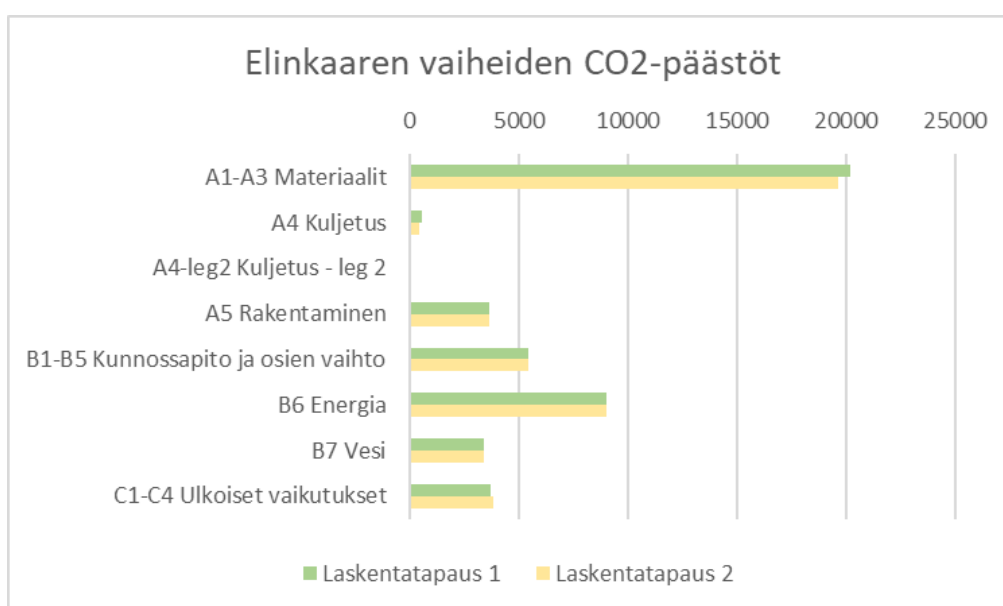
Taulukossa 9 on esitetty laskentatapausten hiilijalanjälki ja -kädenjälki koko rakennuksen osalta. Tuloksista voidaan huomata, että suurin positiivinen ilmastovaikutus tapahtuisi silloin, jos perustusta ei tarvitse korjata. Tällöin positiivinen ilmastovaikutus olisi noin 2 000 kg CO₂/e eli hiilijalanjälki on 4 % pienempi kuin tapauksessa 1. Hiilijalanjälki on suurin tapauksessa 3, jossa rakennuksen perustuksiin on käytetty korjausmenetelmää 2. Hiilikädenjäljen erot ovat pieniä, sillä tulos on kaikissa laskentatapauksissa välillä -13 000...-13 650 kg CO₂/e.

Laskentatapausten 1 ja 2 hiilijalanjäljen ero on noin 500 kg CO₂/e eli 1 % verran. Tämän tuloksen seurauksena voidaan todeta, että korjauksesta saatu hyöty on pieni.

TAULUKKO 9. Laskentatapausten hiilijalanjäljet

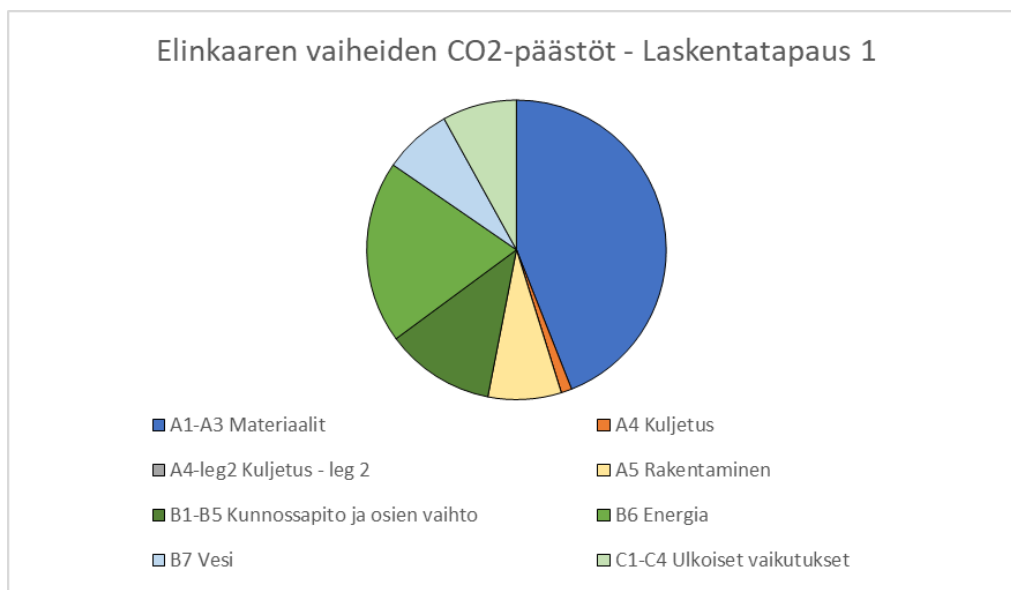
Erillistalo - uusi perustus	kg CO2/e
Hiilijalanjälki	45 813
Hiilikädenjälki	-13 404
Kompensoitavaa	32 409
Erillistalo - korjausmenetelmä 1	kg CO2/e
Hiilijalanjälki	45 322
Hiilikädenjälki	-13 539
Kompensoitavaa	31 783
Erillistalo - korjausmenetelmä 2	kg CO2/e
Hiilijalanjälki	46 695
Hiilikädenjälki	-13 650
Kompensoitavaa	33 045
Erillistalo - perustus ilman korjausta	kg CO2/e
Hiilijalanjälki	43 977
Hiilikädenjälki	-13 067
Kompensoitavaa	30 910

Kuvassa 36 on eritelty rakennuksen elinkaaren vaiheiden aiheuttamat hiilidioksidipäästöt. Laskentatapaus 1 on merkitty vihreällä ja laskentatapaus 2 keltaisella. Koska hiilijalanjäljen tarkastelu kohdistuu rakennuksen perustuksiin, voidaan huomata pieniä päästöeroja materiaalin, kuljetuksen ja ulkoisten vaikutusten kuten purkuvaiheen osalta.



KUVA 36. Elinkaariarviointi

Materiaalin suurempi osuus kuvan diagrammissa voidaan perustella siten, että kun kyseessä on energian suhteen omavarainen ja tehokas rakennus, materiaalien vaikutus kasvaa (kuva 37).



KUVA 37. Laskentatapauksen 1 (uusi perustus) elinkaariarviointi

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia vanhojen rakennuskomponenttien uudelleenkäyttöä uudisrakentamisessa sekä käsitellä ekoasuinalueen ja -asunnon ominaispiirteitä. Lähteenä käytettiin olemassa olevaa tutkimusaineistoa sekä Pudasjärven kaupungin luovuttamia Rimminkankaan rakennuspiirustuksia. Tutkimuksen pohjalta suunniteltiin ekologinen asuinalue-suunnitelma Rimminkankaalle, laskettiin alueen hirsirakenteisen erillistalon hiilijalanjälki neljässä eri skenaariossa ja tarkasteltiin vanhan asuntolarakennuksen perustuksen hyödyntämisen vaikutusta tuloksiin.

Työn ensimmäinen haaste oli vähäinen tutkimustieto rakennuskomponenttien uudelleenkäytöstä, erityisesti perustuksien osalta, sekä olematon käytännön kokemus. Voidaan todeta, että Suomessa rakennusmateriaalin hyödyntäminen on yleisempää esimerkiksi energiahyödyntämisen tai materiaalityöntuotantohyödyntämisen osalta. Tutkimukset viittaavat siihen, että pilareilla, palkeilla ja laatoilla olisi hyvä uudelleenkäyttöpotentiaali tulevaisuudessa, mutta perustuksien osalta tutkimustietoa tarvitaan lisää.

Seuraava haaste oli Rimminkankaan rakennuskannan perustuksien vähäinen piirustusaineisto sekä rakenteiden tekniset ongelmat. Voidaan todeta, että perustusten hyödyntämisen mahdollistaminen vaatii kyseisessä kohteessa mittavia purkutöitä, varsinkin jos perustukset halutaan hyödyntää nykyisessä laajuudessaan. Helpompi vaihtoehto voisi olla hyödyntää perustukset vain osittain, jolloin myös liikuntasauva ja kellarin viereinen salaojaputki voitaisiin todennäköisesti purkaa. On syytä epäillä, että perustusten uudelleenkäytöstä rakennuskohteessa ei synny taloudellista hyötyä, mutta kannattavuuden arvioinnissa tulisi pohtia myös muita tavoitteita, joita rakentamisella halutaan saavuttaa.

Ekologisen asuinalueen piirteiden tutkimuksen pohjalta asuinalue-suunnitelmaan valikoitui esimerkiksi viljelyspalsta, kanala ja koirapuisto sekä runsaasti kasvillisuutta, marjapensaita ja omenapuita tukemaan asukkaiden yhteisöllisyyttä, omavaraisuutta, ekologisuuksi ja viihtyisyyttä. Pohdinnan jälkeen voidaan kuitenkin todeta, että vaikka asuinalue tarjoaisi kaikki keinot ja ominaisuudet mahdollisimman ekologiseen ja omavaraiseen elämään, on lopputulos riippuvainen myös asukkaiden omasta aktiivisuudesta, tietoisuudesta ja asumistottumuksista.

Ekologisen asumisen ominaisuudet inspiroivat suunnittelemaan Rimminkankaan asunnoista mahdollisimman ympäristöystävällisiä ja energiatehokkaita. Suunnitelmaan valikoitui kaksi tyyppimallia: rivitalo ja erillistalo. Arkkitehtuurissa yhdistyi modernius ja traditionaalisuus: suuria ikkunoita ja yksinkertaisia muotoja, avaraa oleskelutilaa ja yksityisempiä erillisiä huoneita. Rivitalon suunnittelussa tavoiteltiin ”minitalon” vaikutelmaa. Materiaaleina suosittiin puuta ja luonnonmateriaalista valmistettuja eristeitä.

Hirsirakenteisen erillistalon hiilijalanjälkilaskennassa huomattiin, että materiaalivalintojen merkitys kasvaa, kun kohde on energiakulutukseltaan vähähiilinen. Energiatehokkaiden rakennusratkaisujen ohella tulisi pyrkiä pienentämään myös muun elinkaaren aiheuttamien kasvihuonekaasujen vaikutusta kiinnittämällä entistä enemmän huomiota ympäristöystävälliseen tuotevalmistukseen, vanhan materiaalin hyödyntämiseen rakennuspaikalla sekä purettavuuteen ja kierrätettävyyteen.

Hiililaskennan avulla pyrittiin todentamaan olemassa olevan perustuksen hyödyntämisen ilmastollista positiivista vaikutusta, jota tarkasteltiin tutkimustiedon kautta työn alussa. Laskenta suoritettiin erillistalolle neljässä eri tapauksessa, jotta tuloksia pystyttiin vertailemaan. Tuloksista havaittiin, että Rimminkankaan tapauksessa perustuksen hyödyntäminen pienentää uudisrakennuksen hiilijalanjälkeä vain 1 % verran, koska perustuksen korjaus vaatii rakennusmateriaaleja. Korjauksesta saatu ilmastollinen hyöty on niin marginaalinen, ettei perustuksen uudelleenkäyttö mielestäni ole kannattavaa.

Lisäksi todettiin, että suurempi positiivinen ilmastovaikutus tapahtuu silloin, kun perustus ei kaippaa korjausta. Hiilijalanjälki vähenee noin 2 000 kg CO₂e, mikä on suuruudeltaan lähes saman verran kuin keskivertosuomalaisen ruoankulutuksen hiilijalanjälki vuodessa (Sitra 2018). Prosentuaalisesti hiilijalanjälki on kuitenkin vain 4 % pienempi kuin tapauksessa, jossa perustus rakennetaan uudestaan.

LÄHTEET

Baker, Ashley 2020. Why Should I Reuse an Existing Home Foundation? UpDwell Homes LCC.

Hakupäivä 8.2.2021. <https://updwell.com/why-should-i-reuse-an-existing-home-foundation/>.

Heikkinen, Pertti 2017. Pientalojen riskirakenteet 1940-2000. Insinööritoimisto Savora Oy.

Hakupäivä 16.4.2021.

<https://www.ouka.fi/documents/486338/2048719/20190202+Heikkinen+Pera+Kosteusvauriot+riskirakenteet+ja+korjausmenetelmat.pdf/2009d5ef-5056-4bdb-b959-6729bcf36ddd>.

Houseman Oy. Palkittu sadevesisäiliö. Hakupäivä 15.2.2021. <https://www.houseman.fi/vesitasku..>

Huuhka, Satu & Hakanen, Jani 2015. Potential and barriers for reusing load-bearing building components in Finland. Int. Journal for Housing Science. Vol.39, No. 4. 215-224. Hakupäivä

8.2.2021. EBSCOhost Academic Search Ultimate.

Huusko, Anna-Kaisa 2018. Pudasjärvi rakentaa hirrestä. Hakupäivä 18.11.2020.

<https://www.kontio.com/fi-FI/stories/Pudasjarvi/> .

Häkkinen, Tarja & Kuittinen, Matti 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista - Opas arviontiin ja suunnitteluun. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Jallinoja, Marja 2020. PaiBiRa – Tutkittujen eristemateriaalien LCA-laskennan tulokset. Luke.

Hakupäivä 15.2.2021.

<https://static1.squarespace.com/static/5a2a6d1751a584d733ca3214/t/5fdc585a398d112f3d74b36b/1608276064658/LuKe+Paibira+LCA+tulokset+Loppuwebinaari+MJallinoja+3.12.2020.pdf>.

Kettunen, Teemu 2019. Ikkunoiden energiatehokkuus. Hakupäivä 16.2.2021.

https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/ikkunoiden_energialuokitus/ikkunoiden_energiatehokkuus.

Kojo, Riitta & Lilja, Raimo 2011. Talonrakentamisen materiaalitehokkuuden edistäminen. Hakupäivä 8.2.2021. Ympäristöministeriö.
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41495/YMra21_2011_Talonrakentamisen_materiaalitehokkuuden_edistaminen.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Kuittinen, Matti & le Roux, Simon 2017. Vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerit. Ympäristöministeriö. Hakupäivä 9.2.2021.
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80654/YO_2017_Vahahiilisen_rakentamisen_hankintakriteerit.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Lylykangas, Kimmo 2014. Aurinkolämpö Oulussa – Suunnitteluohje. Oulun kaupungin rakennusvalvonta. Hakupäivä 13.4.2021. <https://www.ouka.fi/documents/486338/f8ba5bde-f5b0-48df-b7ea-3194ae10d62b>.

Lämpö Ykkönen. 100 faktaa lämmityksestä. Hakupäivä 15.2.2021.
<https://lampoykkonen.fi/100faktaa/mika-ihmeen-hybridivaraaja/>.

Oulun kaupunki 2014. Oulun kaupungin koirapalvelujen kehittäminen 2014-2039. Hakupäivä 18.3.2021. <https://www.ouka.fi/documents/64417/06b3772a-346a-403d-abca-6d3445aac2ab>.

Oulun rakennusvalvonta 2014. Energiakonseptit – Apua energiamuodon valintaan. Hakupäivä 13.4.2021. <http://www.rescaoulu.fi/wp-content/uploads/Energiakonseptit-20141021.pdf>.

Passiivitaloyhdistys. Ilmanvaihto passiivitaloissa. Hakupäivä 16.2.2021.
<https://www.passiivitaloyhdistys.fi/taloteknikka/ilmanvaihto-passiivitaloissa/>.

Pudasjärven kaupunki. Kaupunki maaseudulla. Hakupäivä 23.11.2020.
<https://www.pudasjarvi.fi/kaupunki-info/>.

Riippa, Tommi 2011. Sisäilmaongelmien ehkäisy ja korjaaminen. Hengitysliitto Heli Ry. Hakupäivä 16.4.2021. <https://docplayer.fi/703116-Sisailmaongelmien-ehkaisy-ja-korjaaminen.html>.

RT 103170 2020. Ilmastonmuutos. Hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 8.2.2021. RT-tietoväylä.

RT 69-11190 2015. Asuinkiinteistön jätehuolto. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 16.2.2021. RT-tietoväylä.

RT 14-11103 2013. SisäRYL – Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 3.5.2021. RT-tietoväylä.

RT RakMK-21763 2018. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Suomen rakennusmääräyskokoelma. Hakupäivä 16.2.2021. RT-tietoväylä.

Ruuska, Antti, Häkkinen, Tarja, Vares, Sirje, Korhonen, Marja-Riitta & Myllymaa, Tuuli 2013. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset. Ympäristöministeriö. Hakupäivä 8.2.2021. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/41423>.

Sitra 2018. Keskiverotsuomalaisen hiilijalanjälki. Hakupäivä 19.4.2021. <https://www.sitra.fi/artikkelit/keskiverotsuomalaisen-hiilijalanjalki/>.

Tahkokorpi, Markku, Erat, Bruno, Hänninen, Pekka, Nyman, Christer, Rasinkoski, Asko & Wiljander, Mats 2016. Aurinkoenergia Suomessa. Helsinki: Into.

Talja, Asko 2012. Rakennusten suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten - tutkimusraportti. VTT. Hakupäivä 8.2.2021. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2014/VTT-R-00736-14.pdf>.

Tiainen, Anna-Riikka, Pihlajaniemi, Janne & Lakkala, Matti 2017. Arkkitehdin hirsioapas. Oulun yliopisto. Hakupäivä 23.2.2021. <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789526217956.pdf>.

Tulituote Oy. Mikä on vesitakka? Hakupäivä 15.2.2021. <http://www.vesitakka.fi/>.

Weijo, Inari, Lahdensivu, Jukka, Turunen, Timo, Ahola, Susanna, Sistonen, Esko, Vornanen-Winqvist, Camilla & Annila, Petri 2019. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus. Ympäristöministeriö. Hakupäivä 16.4.2021.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161855/YM_2019_18_211019.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

Ympäristöministeriö 2017. Vähähiilisen rakentamisen tiekartta. Hakupäivä 18.11.2020.

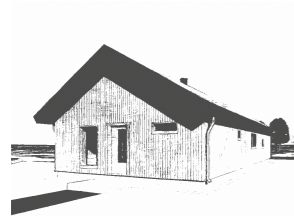
<https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta/> .

Ympäristöministeriö 2019. Hallituksen ilmastopolitiikka: kohti hiilineutraalia Suomea 2035.

Hakupäivä 18.11.2020. <https://ym.fi/hiilineutraalisuomi2035/>.

LIITTEET

- Liite 1 Pudasjärven purettavat rakennukset
- Liite 2 Perustusten kantavuuden arviointi kohteessa Rakennus 5
- Liite 3 Rimminkankaan ekokylä on moderni ja vähähiilinen asuinalue
- Liite 4 Asemapiirros
- Liite 5 Ekoasunnon tyyppimalli 1 - rivitalo
- Liite 6 Ekoasunnon tyyppimalli 2 - erillistalo
- Liite 7 Työpajarakennus
- Liite 8 Rimminkankaan alueenkäyttösuunnitelma
- Liite 9 Viljelyspalsta
- Liite 10 Asuinalueen visualisointikuvat



RIMMINKANKAAN
ASUINALUESUUNNITELMA

© Tuuli-Maaria Pesonen
2021

PURETTAVAT RAKENNUKSET 1:2000

LIITE 1



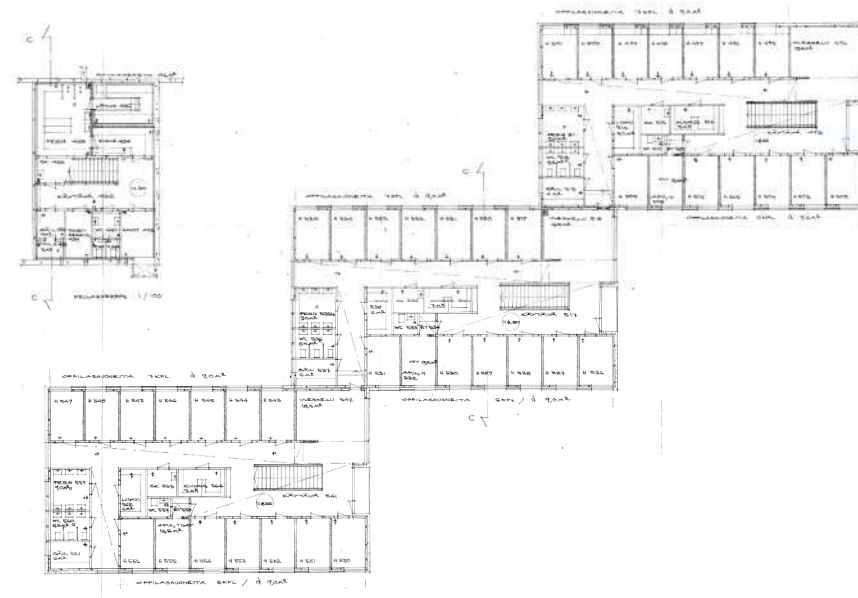


PERUSTUSTEN KANTAVUUDEN ARVIONTI (RAKENNUS 5)

Menetelmä: Lasketaan betonirakenteisen Rakennus 5:n omapaino G (maanpäällinen osuus) ja verrataan sitä vastaavan puurakenteisen rakennuksen omapainoon G.

Arvot:		
Korkeus h	6,25 m	
Pinta-ala A	912 m ²	
Tilavuus V	5700 m ³	V=h*A
Betonin tiheys ρ	2400 kg/m ³	
Puun tiheys ρ	550 kg/m ³	
Putoamiskihtiyyvyys g	9,81 m/s ²	

Rakennus 5 - Entinen tyttöjen asuntolarakennus



Laskutapa:

Betoni

$$\text{Tilavuuspaino: } Y = \rho * g = 2400 \text{ kg/m}^3 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 23\,544 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Omapaino: } G = y * V = 23\,544 \text{ kN/m}^3 * 5700 \text{ m}^3 = 134\,200\,800 \text{ kN}$$

Puu

$$\text{Tilavuuspaino: } Y = \rho * g = 550 \text{ kg/m}^3 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 5\,395 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Omapaino: } G = y * V = 5\,395 \text{ kN/m}^3 * 5700 \text{ m}^3 = 30\,571\,500 \text{ kN}$$

Vastaukset:	
G (Betonirakenne)	134 200 800 kN
G (Puurakenne)	30 571 500 kN



RIMMINKANKAAN
ASUINALUESUUNNITELMA

© Tuuli-Maaria Pesonen
2021

RIMMINKANKAAN EKOKYLÄ ON MODERNI JA VÄHÄHIILINEN ASUINALUE LÄHELLÄ PUDASJÄRVEN KESKUSTAA.

LIITE 3

Vähähiilinen energiantuotanto:

Asunto lämpenee vesitakan, aurinkoenergian ja ilma- vesilämpöpumpun keinoin. Kattoharja suuntautuu siten, että aurinkopaneelit voidaan asettaa etelään päin.

Muuntojoustavuus:

Yhden asunnon koko on 64 neliötä. Tarvittaessa kaksi asuntoa voidaan suunnitella yhdeksi isommaksi asunnoksi.

Kierrätys:

Rakennuksen päädyssä sijaitsee jätetuone, josta löytyy asianmukaiset astiat eri materiaaleille. Lisäksi kalustoon kuuluu komposti, jonka avulla tuotetaan lannoitetta asuinalueen kasvimaalle.



Kasvillisuus:

Alueella on paljon istutuksia, jotka varjostavat ja viilentävät rakennuksia kesäisin. Rakennukset on sijoitettu väljästi, jolloin niiden ympärille mahtuu myös viheralueita.

Yhteisöllisyys ja liikenne:

Keskustaan on matkaa noin 1km, jonka voi kulkea helposti pyörällä tai kävellen. Asukkaiden käytössä on myös yhteinen auto, jonka voi tarvittaessa varata.

Arkkitehtuuri:

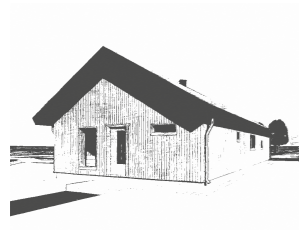
Modernit, tilatehokkaat, hirsirakenteiset asunnot ovat yleisilmeeltään luonnollisia, korkeita ja valoisia tiloja, joiden julkisivua on piristetty värikkäillä ulkoverhousvalinnoilla.

Omavaraisuus:

Alueella on erilaisia marjapensaita, viljelyspalsta ja omenapuita edistämässä omavaraista ravinnontuotantoa. Lisäksi asukkaat voivat pitää kanoja asuinalueen kanalassa.

Aktiviteetit:



Alueelta löytyvät leikkipuisto, urheilukenttä, koirapuisto sekä nuotiopaikka, jotka tukevat asuinalueen yhteisöllisyyttä. Erillinen työpajarakennus, tarjoaa tilat kerhoille, taiteilijoille tai kokousten järjestäjille. Ateljeet tukevat paikallisen käsi- ja puutyön yrittäjyyttä aivan kodin läheisyydessä.

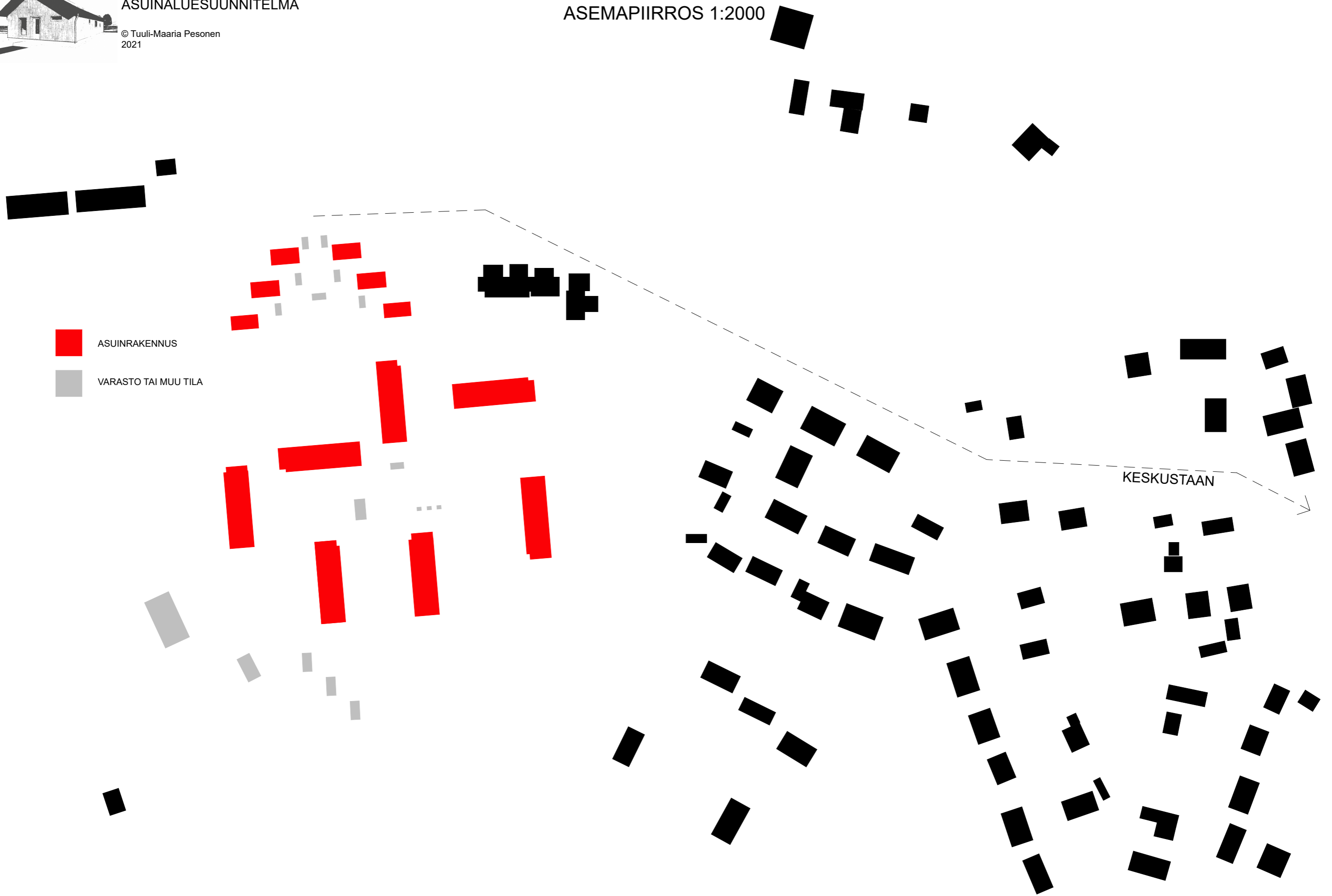


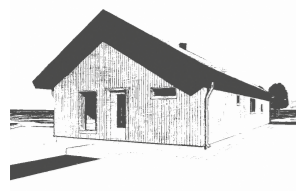
RIMMINKANKAAN
ASUINALUESUUNNITELMA

© Tuuli-Maaria Pesonen
2021

ASEMAPIIRROS 1:2000

-  ASUINRAKENNUS
-  VARASTO TAI MUU TILA



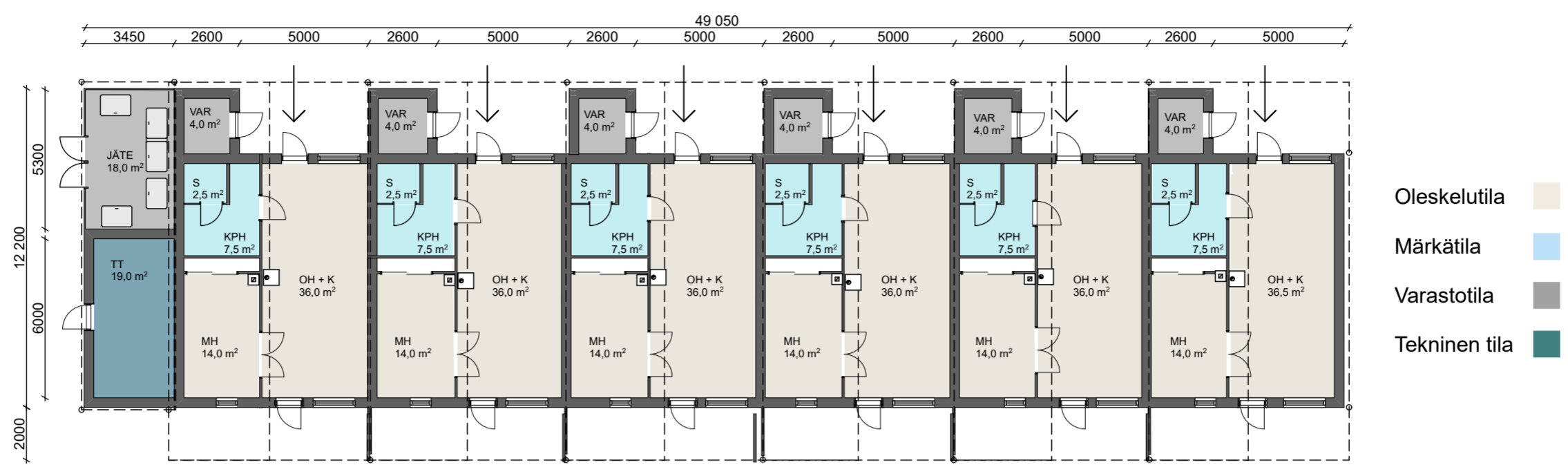


RIMMINKANKAAN
ASUINALUEOSUUNNITELMA

© Tuuli-Maaria Pesonen
2021

EKOASUNNON TYYPPIMALLI 1 - RIVITALO

RIVITALON POHJAPIIRUSTUS 1:200



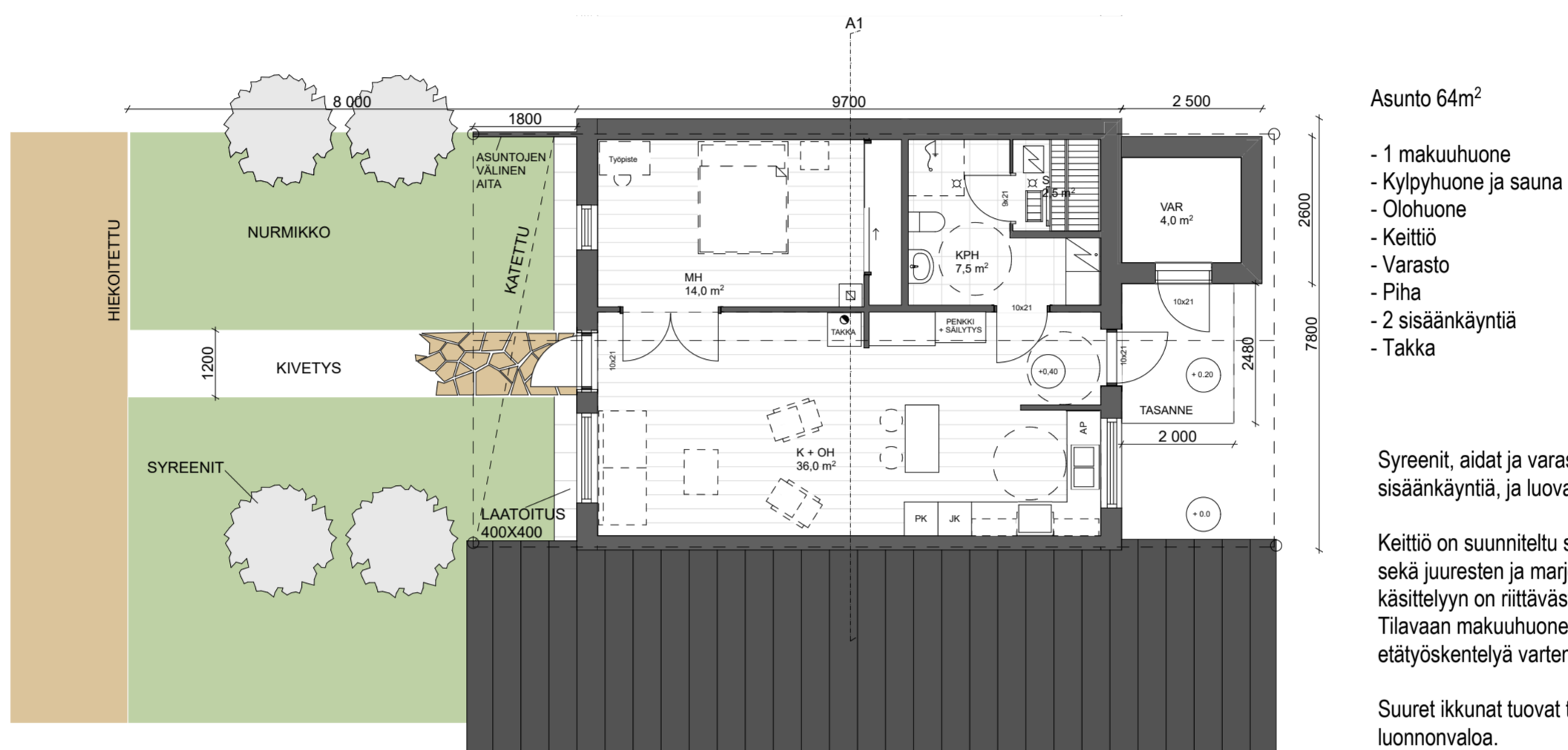
Asunnon huoneistoala:

	m ²
OH+K	36
MH	14
KPH	7,5
S	2,5
VAR	4
yht.	64

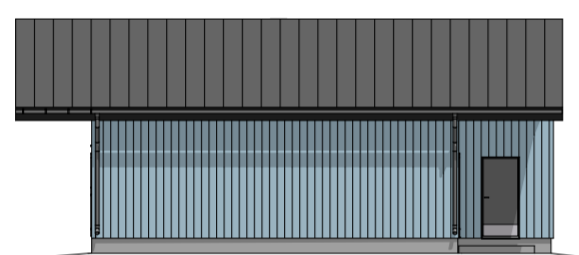
Rivitalon huoneistoala:

	m ²
Asunnot	384
Tekninen tila	19
Jätehuone	18
yht.	421

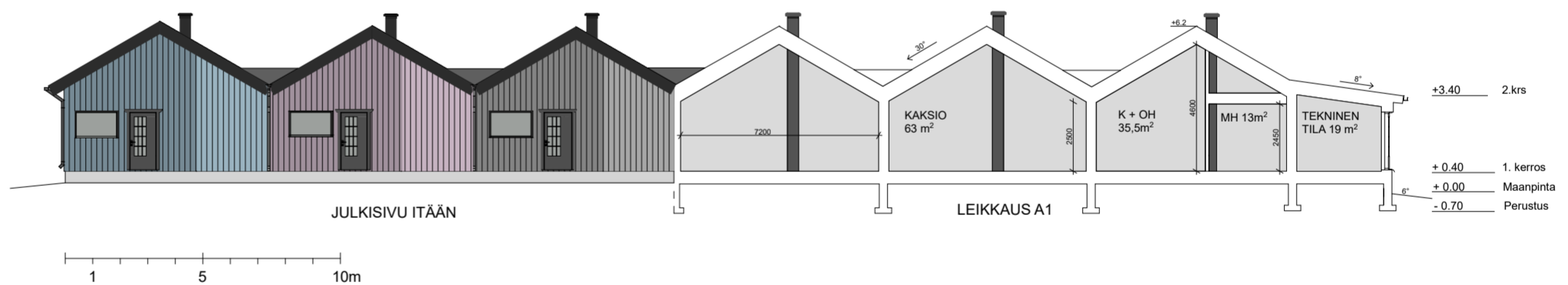
ASUNNON POHJAPIIRUSTUS 1:100



JULKISIVUT JA LEIKKAUS 1:200



JULKISIVU ETELÄÄN



JULKISIVU POHJOISEEN



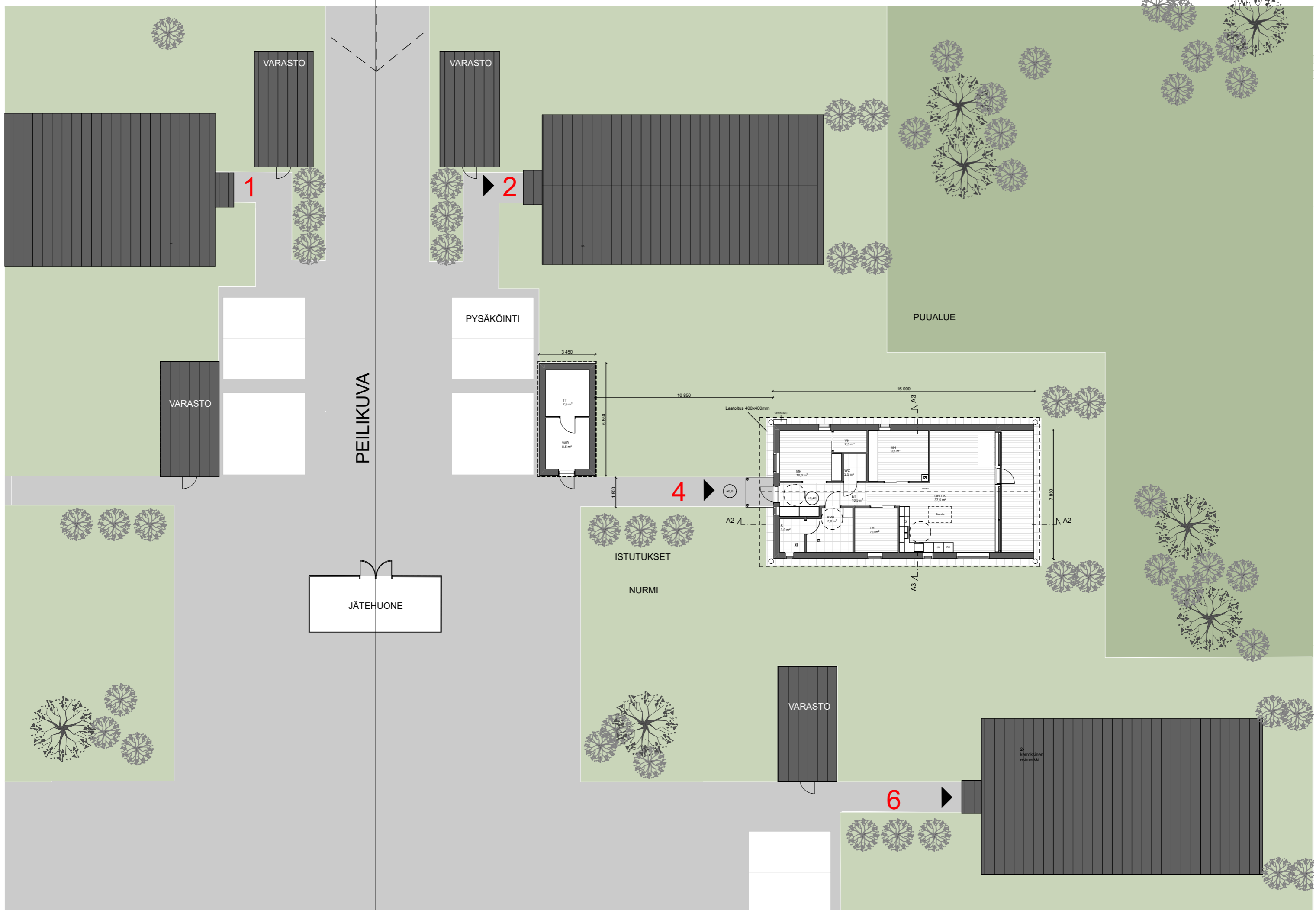
Julkisivumateriaalit ja -värisävyt:

1. Pystylaudoitu sävyissä vaaleanruskea, -punainen, -sininen ja harmaa
2. Bitumikate
3. Tummanharmaa ulko-ovi
4. Tummanharmaat ikkunapuitteet

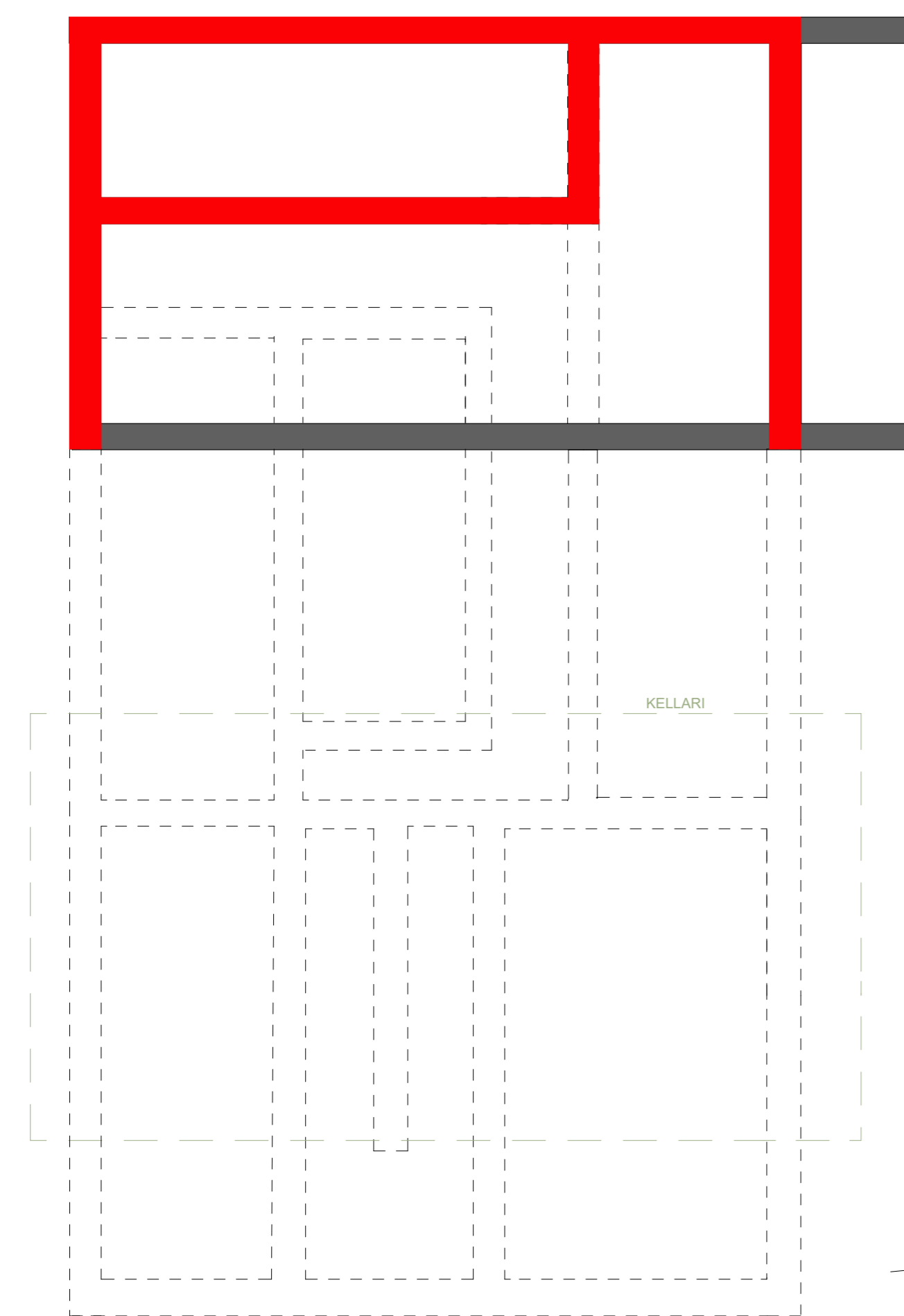


EKOASUNNON TYYPPIMALLI 2 - ERILLISTALO

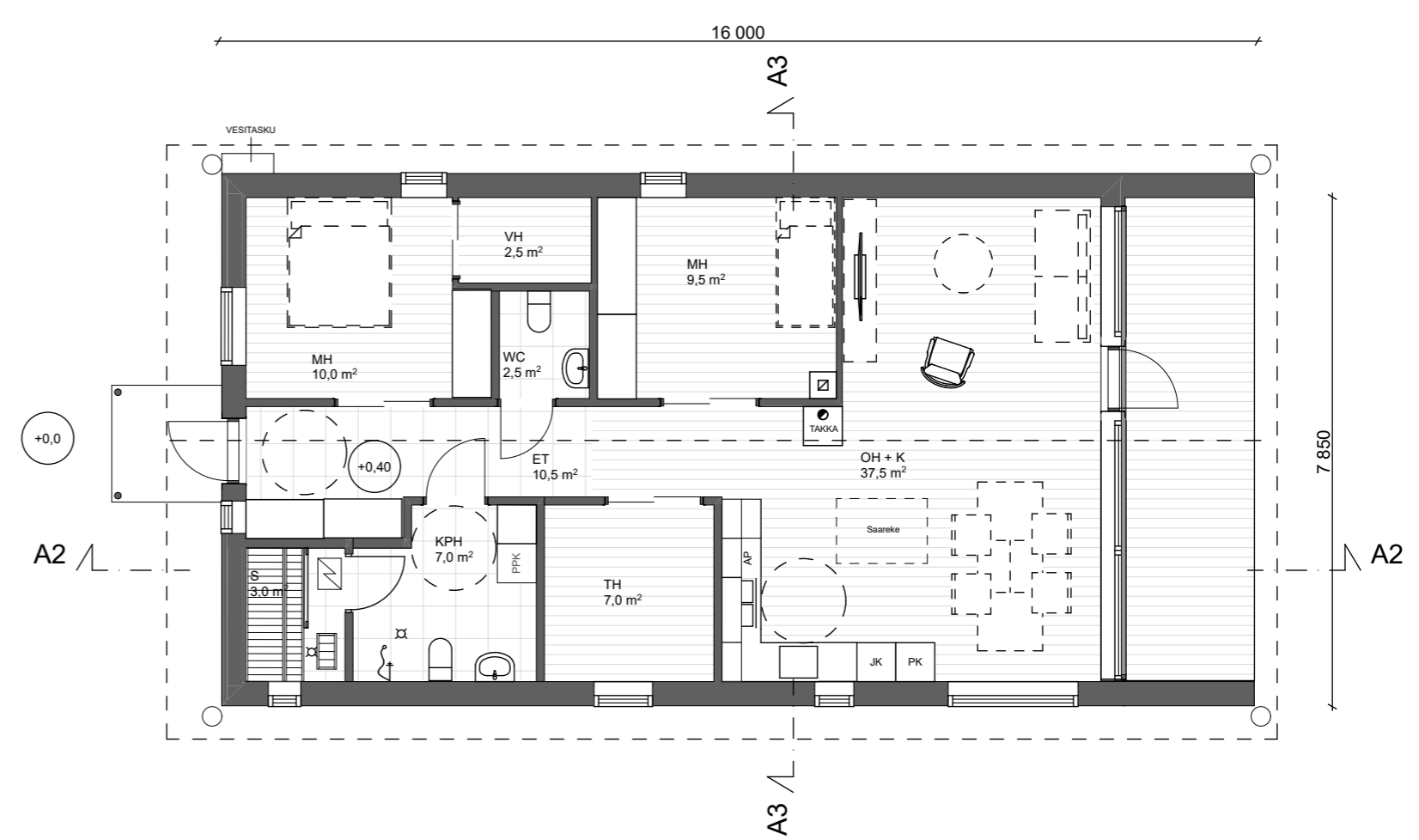
ERILLISTALOSUUNNITELMA 1:200



PERUSTUSPIIRUSTUS 1:100



POHJAPIIRUSTUS 1:100



■ HYÖDYNNETTY PERUSTUS

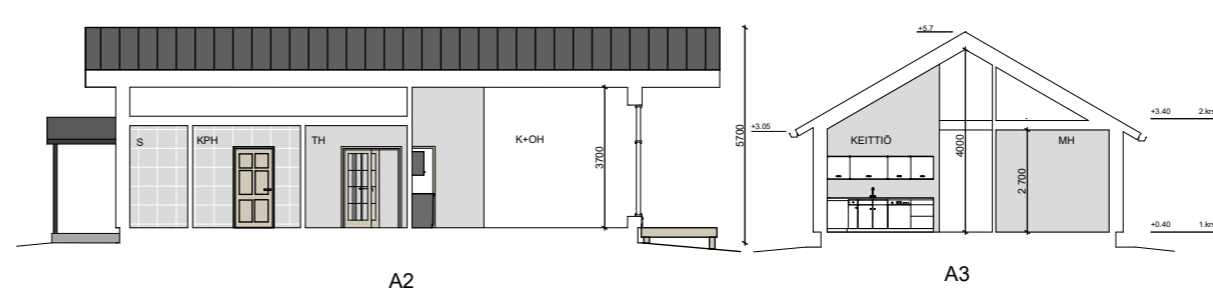
■ UUSI PERUSTUS

--- VANHA PERUSTUS

PIHARAKENNUS
m²
VAR 8,5
TT 7,5
YHT. 16

ERILLISTALO
m²
OH + K 37,5
MH 10
MH 9,5
TH 7
KPH 7
S 3
WC 2,5
VH 2,5
ET 10,5
YHT. 89,5
BRM² 98

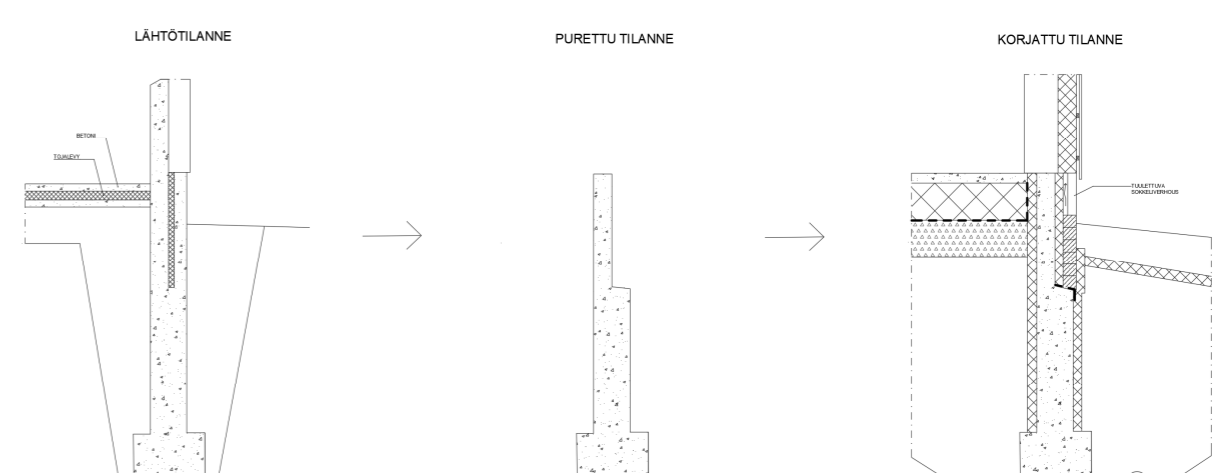
LEIKKAUS 1:200



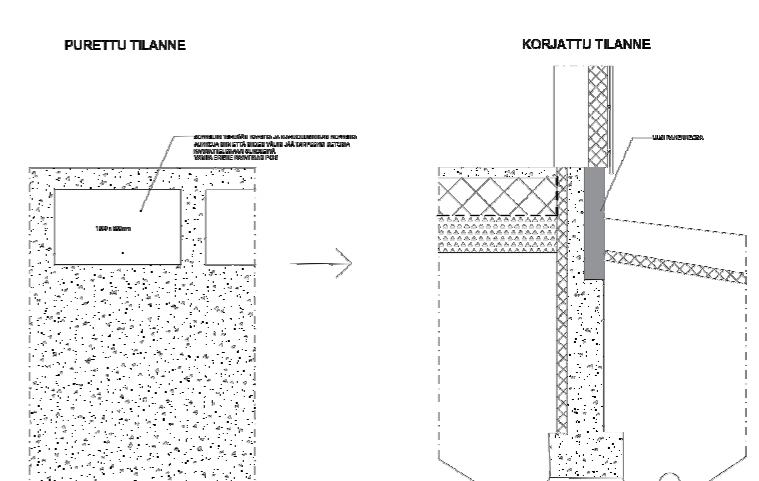
JULKISIVU ITÄÄN 1:200

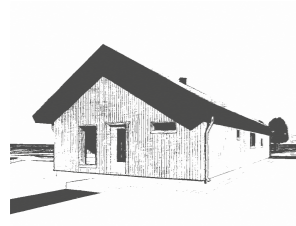


HALKAISTUN SOKKELIN KORJAUSMENETELMÄ 1



HALKAISTUN SOKKELIN KORJAUSMENETELMÄ 2





RIMMINKANKAAN
ASUINALUESUUNNITELMA

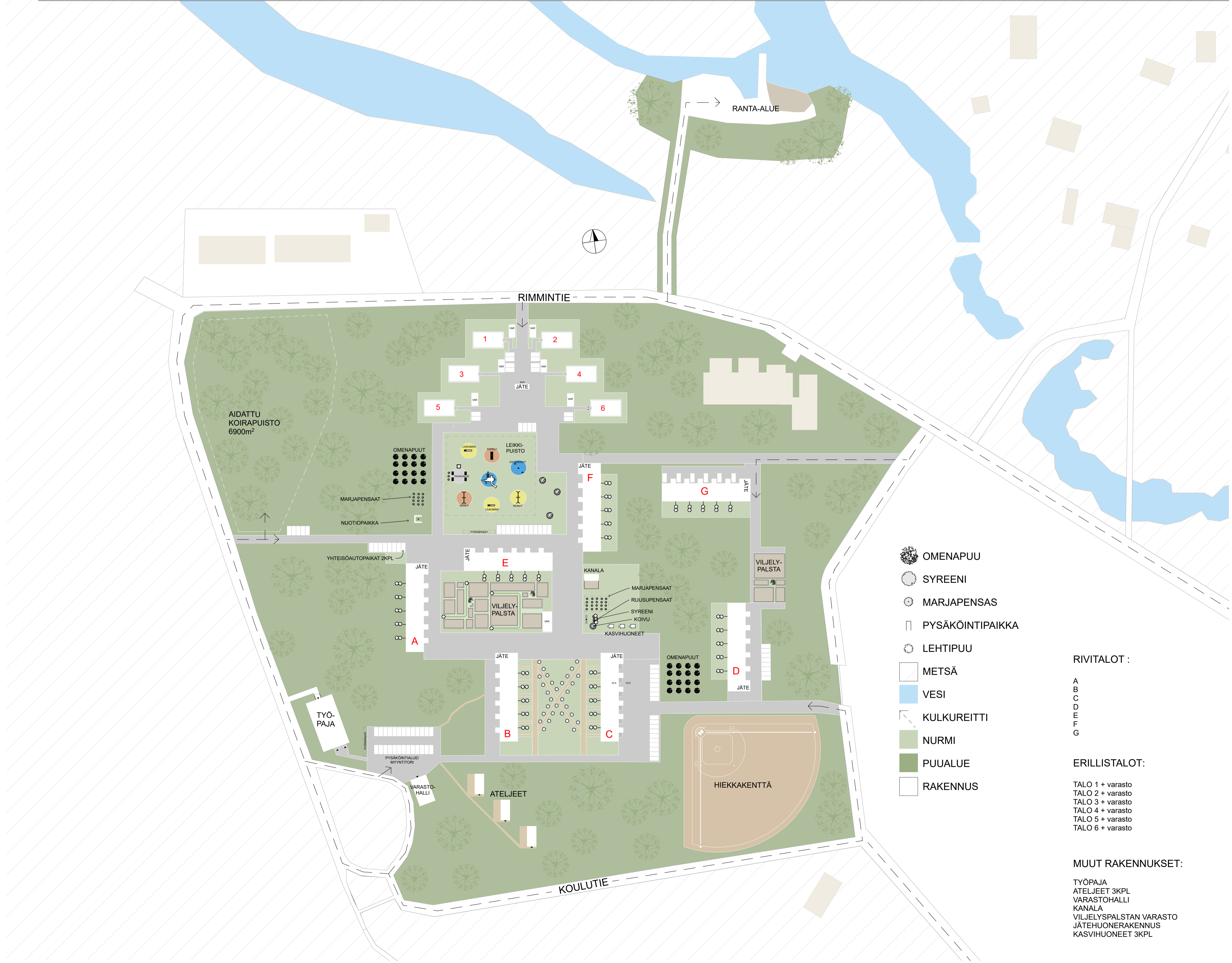
© Tuuli-Maaria Pesonen
2021

TYÖPAJA 1:200



- Oleskelutila
- Märkätila
- Varastotila

ALUEENKÄYTTÖSUUNNITELMA
1:1000



- OMENAPUIUT
- SYREENI
- MARJAPENSAS
- PYSÄKÖINTIPAikka
- LEHTIPUU
- METSÄ
- VESI
- KULKUREITTI
- NURMI
- PUUALUE
- RAKENNUS

RIVITALOT :

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G

ERILLISTALOT:

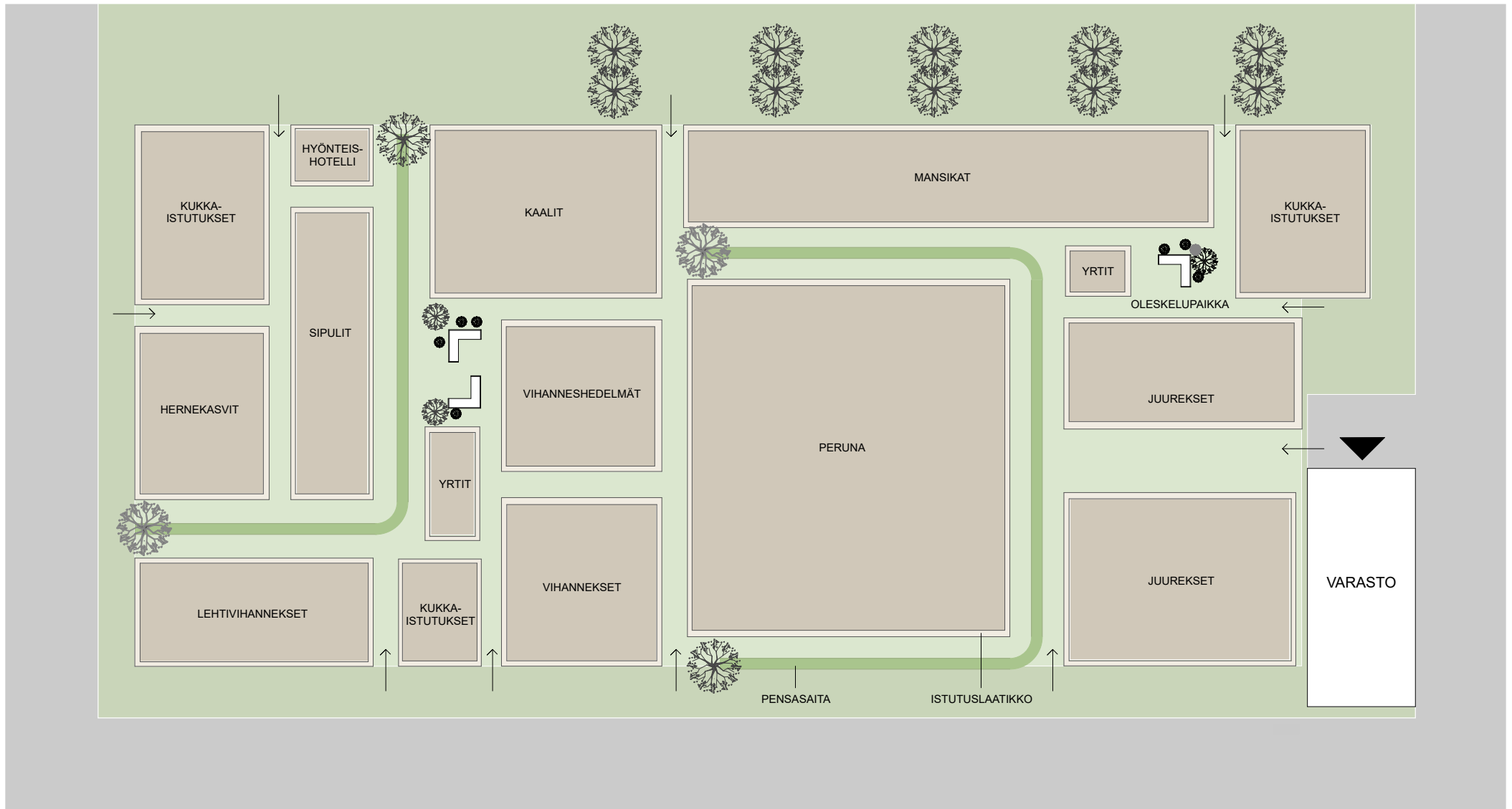
- TALO 1 + varasto
- TALO 2 + varasto
- TALO 3 + varasto
- TALO 4 + varasto
- TALO 5 + varasto
- TALO 6 + varasto

MUUT RAKENNUKSET:

- TYÖPAJA
- ATELJEET 3KPL
- VARASTOHALLI
- KANALA
- VILJELYPALSTAN VARASTO
- JÄTEHUONERAKENNUS
- KASVIHUONEET 3KPL



VILJELYPALSTA 1:250



ASUINALUEEN VISUALISOINTIKUVAT

